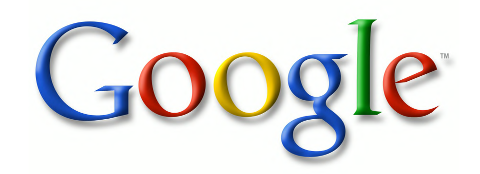
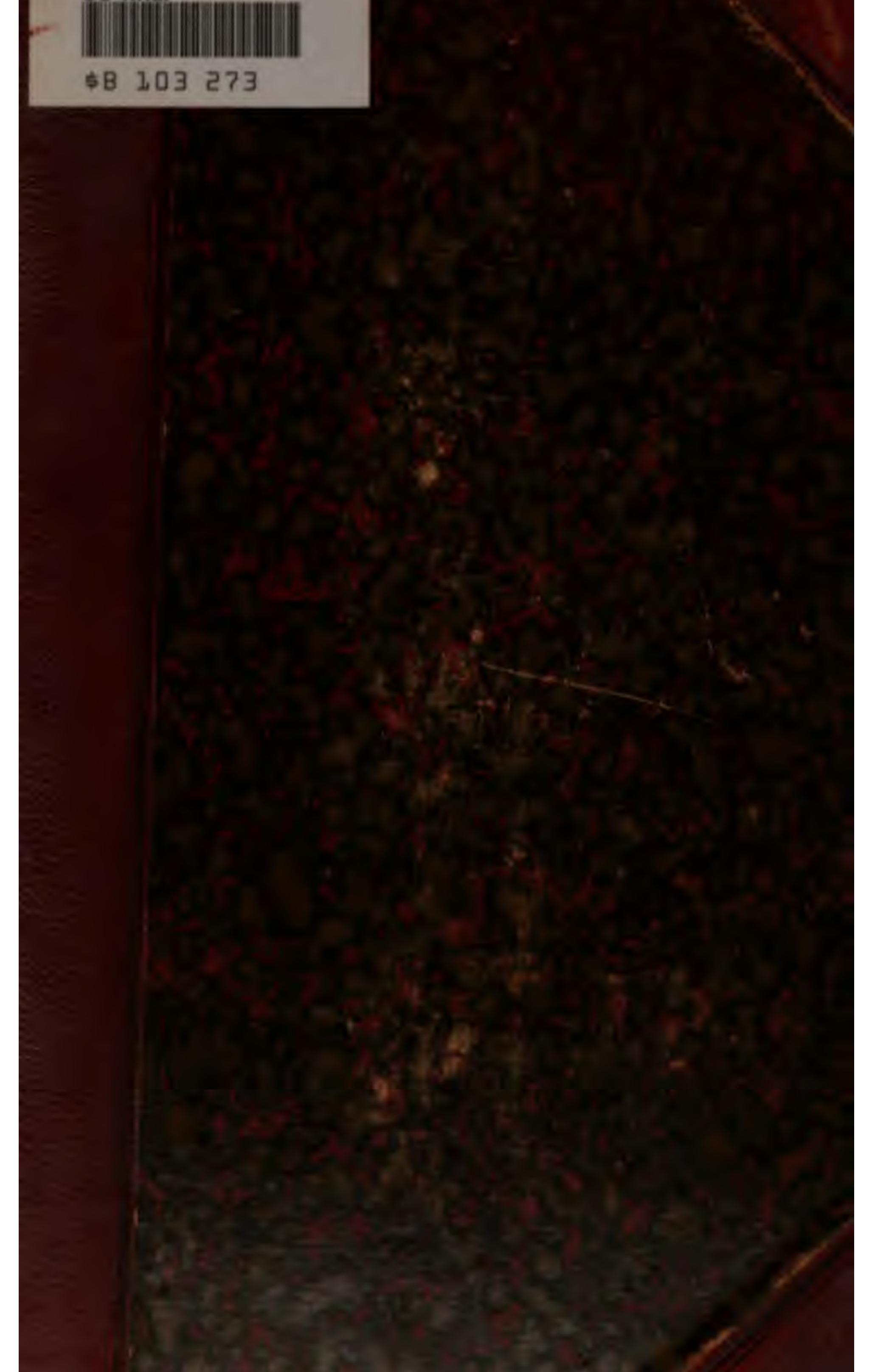
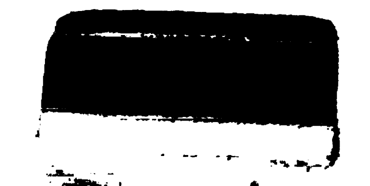
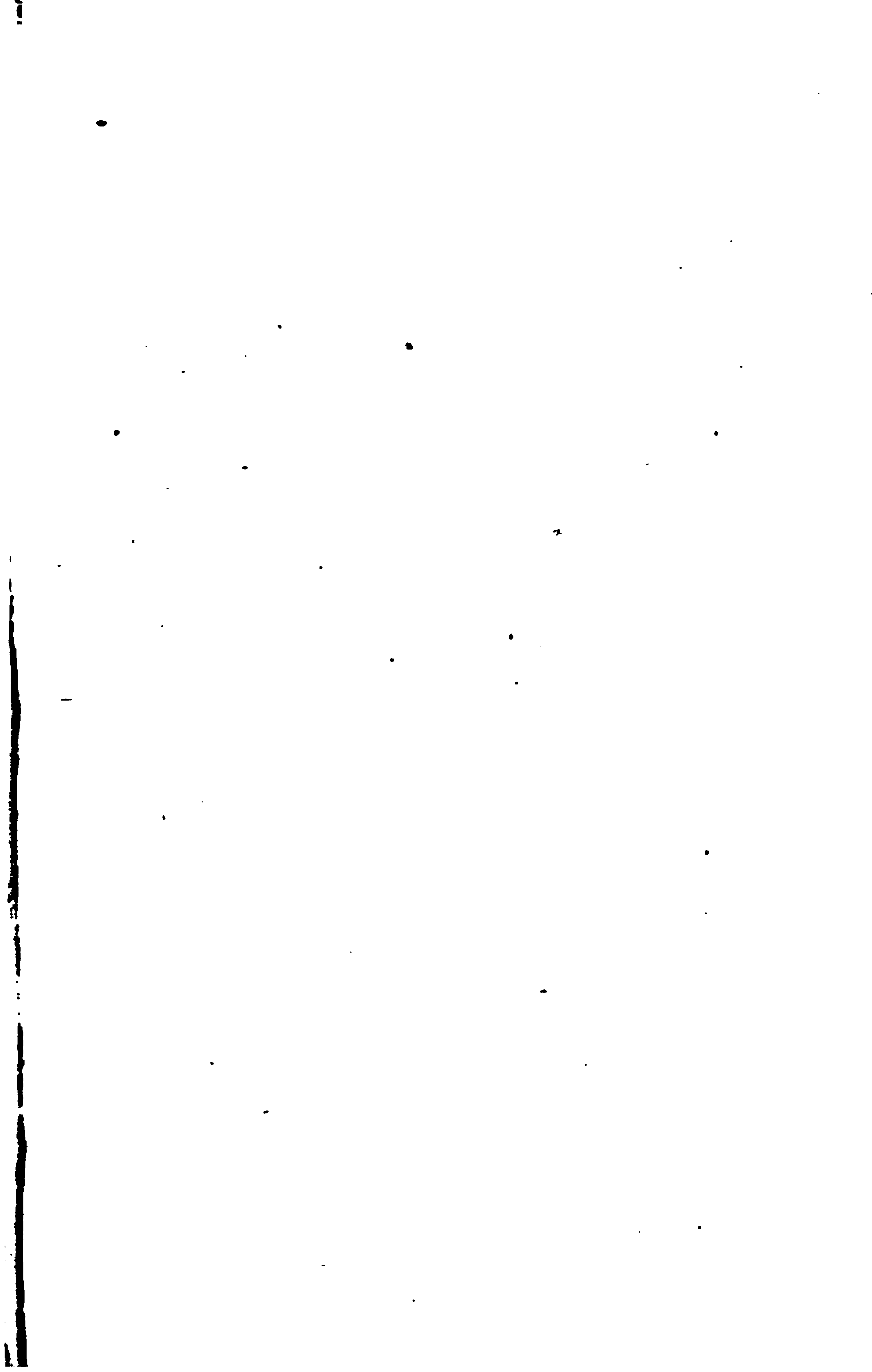








HANDBUCH FÜR ACETYLEN

IN

TECHNISCHER UND WISSENSCHAFTLICHER HINSICHT



HANDBUCH

FÜR

ACETYLEN

IN

TECHNISCHER UND WISSENSCHAFTLICHER HINSICHT

VON

DR. N. CARO-BERLIN DR. A. LUDWIG-BERLIN
PROF. DR. J. H. VOGEL-BERLIN

HERAUSGEGEBEN VON

PROF. DR. J. H. VOGEL

MIT 442 IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN ABBILDUNGEN

BRAUNSCHWEIG
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN
1904

VORWORT.

Art und Schnelligkeit der Entwicklung bedeutender Erfindungen haben sich in den letzten Jahrzehnten in auffallender Weise geändert. Während z. B. das Steinkohlengas fast 50 Jahre gebrauchte, um zu einer vollkommenen Ausbildung seiner Technik und gröfseren Verbreitung zu gelangen, vermochte das Acetylen fast im zehnten Teil dieses Zeitraumes einen verhältnismäfsig hohen Stand seiner Wissenschaft, Technik und Industrie zu erreichen. Gerade wegen dieser raschen Fortschritte war es aber unvermeidlich, dafs die Erfahrungen, auf denen die Verwendbarkeit des neuen Leuchtmittels beruht, vielfach lückenhaft und unsicher blieben, und es mufsten erst einige Jahre scheinbaren Stillstandes vergehen, ehe durch emsige wissenschaftliche Arbeit und technische Erprobung die Grundlagen der jungen Acetylenindustrie zu einem gewissen Abschlusse gebracht werden konnten. Erst jetzt erscheint deshalb ein Versuch, wie er in diesem Buche vorliegt, Herstellung, Eigenschaften und Verwendung des Acetylens in systematischer Darstellung ausführlich zu behandeln, gerechtfertigt und durchführbar.

Der Natur dieses technischen Gebietes entsprechend, welches einerseits auf dem Boden der wissenschaftlichen Chemie und Physik, andererseits auf industrieller und wirtschaftlicher Grundlage steht, mufste, bei aller Wahrung strengster Wissenschaftlichkeit, die Darstellung doch überall dem Verständnis weiterer, auch theoretisch und fachmännisch weniger durchgebildeter Kreise angepafst werden. Deshalb wurde, von dem rein theoretischen Teil abgesehen, stets von dem Grundsatze ausgegangen, dafs jeder, der sich über das Acetylen in irgend einer Hinsicht unterrichten will, die gewünschten Angaben in einer übersichtlichen

aber auch möglichst erschöpfenden Zusammenstellung vorfinden soll. Das Buch möge zu wissenschaftlichen Arbeiten oder Spezialstudien die Unterlagen liefern, es diene dem Techniker, der sich mit dem Bau und der Installation von Acetylenapparaten und Beleuchtungsanlagen beschäftigt. Wer als Industrieller, Polizei- und Versicherungsbeamter die Frage der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit solcher Anlagen zu prüfen hat, finde hier einen festen Anhalt.

Insbesondere ist darauf Rücksicht genommen, dafs staatliche und städtische Behörden, die bei der raschen Zunahme der Acetylenanlagen immer häufiger in die Lage kommen, sich mit dem Acetylenlicht beschäftigen zu müssen, alles in dem Buche vorfinden, was für sie zur Beurteilung einer Acetylenanlage und der für eine solche grundlegenden Vorbedingungen zu wissen erforderlich ist. Es ist deshalb die sicherheitstechnische Seite besonders eingehend erörtert, und der aufmerksame Leser wird fast in jedem Abschnitte immer wieder beobachten können, wie die Frage, welche Anforderungen an eine gefahrlose Erzeugung, Aufbewahrung und Benutzung des Acetylengases zu stellen sind, gleichsam das Rückgrat bildet, an das sich alle anderen Darlegungen angliedern.

Wenn auch das Buch gerade für diese Berufskreise ein Berater und Führer sein soll, aus dem sie sich die für ihre Arbeiten erforderlichen Unterlagen holen können, so ist es doch in erster Linie für den Praktiker geschrieben. Dieser findet darin in systematischer Reihenfolge eine Darstellung aller Einzelheiten für die fachmännisch korrekte und wirtschaftlich rationelle Konstruktion, Installation und Inbetriebsetzung von Acetylenapparaten und die Ausführung der Beleuchtungsanlagen. So sehr dabei das Bestreben vorgewaltet hat, die Darstellung möglichst gemeinverständlich zu fassen, so ist doch niemals der schon erwähnte Grundsatz, nur auf wissenschaftlich sicherer Grundlage aufzubauen, aufser acht gelassen worden.

Trotzdem es in der Fachlitteratur nicht an gröfseren und kleineren Schriften über Acetylen und Acetylenapparate fehlt, so sind doch die meisten der hier in Frage kommenden Gebiete überhaupt noch nicht einheitlich bearbeitet, ja in einer ganzen Reihe von Fällen mufsten erst die Grundlagen für einen einigermafsen gesicherten Aufbau geschaffen werden.

Ebenso lag über die Verwendung des Acetylens im Gemenge mit Fettgas, wie es zur Beleuchtung der Eisenbahnwagen unter

der Bezeichnung „Mischgas“ mehr und mehr Verbreitung findet, eine zusammenfassende Bearbeitung noch nicht vor. Auch hierfür sind die Unterlagen zum Teil durch Studien im praktischen Betriebe gewonnen, während die statistischen Angaben dem liebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Eisenbahndirektors Geheimen Regierungsrats Bork in Berlin und den bereitwilligst erteilten Auskünften der verschiedenen deutschen Eisenbahndirektionen zu danken sind.

Bei der Beschreibung der zahlreichen Systeme zur Herstellung des Acetylens ist weniger Gewicht gelegt auf eine bis ins einzelne gehende Beschreibung der verschiedenen Abarten, wie dies — oft unter Benutzung von Katalogen — in den meisten der bisher darüber erschienenen Schriften der Fall ist, vielmehr sind in erster Linie die bei der Konstruktion solcher Apparate zu beachtenden Gesichtspunkte einer kritischen Würdigung unterzogen und durch Beispiele erläutert worden. Es ist dem Konstrukteur gezeigt worden, welche Mifsgriffe gemacht sind, welchen Anforderungen jeder gute Apparat, unabhängig von dem System, genügen mufs und wie dieses Ziel in möglichst einfacher Weise zu erreichen ist.

Zum richtigen Verständnis des Wesens und der Eigenschaften des Acetylens ist natürlich eine Kenntnis der Eigenschaften und der Gewinnung des Carbides unerläfslich. Es sind deshalb die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Carbide, insbesondere des Calciumcarbides, besonders eingehend behandelt worden. Der Carbidfabrikation ist, dem Zweck des Buches entsprechend, nur ein knapp gehaltener Abschnitt gewidmet, der das Gebiet zusammenfassend behandelt; dagegen sind der Vertrieb, die Lagerung, sowie die Untersuchung und Begutachtung des Handelscarbides ausführlich erörtert worden.

Wie die Fabrikation des Calciumcarbides ist auch seine Verwendung zu anderen Zwecken als zur Herstellung von Acetylengas nur kurz besprochen, so verlockend an sich auch eine ausführliche Darlegung einiger der wichtigeren hier in Frage kommenden Verfahren erschien. Um aber ein genaueres Studium dieser Fragen zu erleichtern, ist besonders an dieser Stelle auf eine möglichst vollständige Litteraturübersicht unter sorgfältiger Quellenangabe Gewicht gelegt.

Bei der Bearbeitung des Buches ist überall von dem Bemühen ausgegangen, eine einheitliche Darstellung des gesamten

Stoffes zu geben, wenn auch die von jedem Verfasser gelieferten Abschnitte durchaus selbständig bearbeitet und angefertigt worden sind und, wie jedesmal besonders gekennzeichnet ist, zahlreiche Originalmitteilungen enthalten.

Es haben von den einzelnen Kapiteln einschliefslich der zugehörigen Unterabteilungen bearbeitet:

Caro: Metallcarbide, Physikalische und chemische Eigenschaften des Carbides mit Berücksichtigung der Rohstoffe, Zusammensetzung, Eigenschaften, Probenahme und Untersuchung des technischen Carbides, Chemie, Physik, Verunreinigungen, Untersuchung und Reinigung des Acetylens, Acetylenlicht (einschließlich Brenner und Glühlichtbeleuchtung), Prüfung und Untersuchung von Acetylenapparaten, Zentralanlagen (technischer Teil).

Ludwig: Imprägnierung, Präparierung, Verpackung und Aufbewahrung des Carbides. Anforderungen an die technische Herstellung des Acetylens, Hauptsysteme und Ausführungsformen der Entwickler, Acetylenanlagen, sowie Installation und Bedienung der Hausanlagen, Glasartikel und Beleuchtungskörper, Verwendung des Acetylens in der Photographie, in Projektionsapparaten und für Signalzwecke, für Koch-, Heiz- und motorische Zwecke (in Gemeinschaft mit Ingenieur E. Neuberg, Berlin). Besondere Anwendungen des Calciumcarbides und Acetylens (in Gemeinschaft mit dem Herausgeber), Kosten der Acetylenbeleuchtung.

Der Herausgeber: Geschichte der Carbide, Zerkleinerung, Absiebung und Transport des Carbides, Carbidhandel, Geschichte des Acetylens, Frostschutz der Acetylenanlagen, Hygiene des Acetylens, Zentralanlagen (wirtschaftlicher Teil), Mischung des Acetylens und Mischgasanstalten, flüssiges und gelöstes Acetylen. Besondere Anwendungen des Calciumcarbides und Acetylens (in Gemeinschaft mit Ludwig), Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen, Carbidrückstände und ihre Verwertung.

Bei der Bearbeitung einzelner Kapitel haben auf dem speziellen Gebiete besonders tätige Fachleute mitgewirkt und zwar, soweit es sich um die Verwendung des Acetylens zu Koch-, Heiz- und motorischen Zwecken handelt, Herr Ingenieur Ernst Neuberg in Berlin, soweit es die Fabrikation von Calciumcarbid betrifft, Herr Ingenieurchemiker Birger Carlson in Avesta (Schweden). Die von denselben bearbeiteten Kapitel bilden eine bereichernde Ergänzung dieses Buches, für welche den genannten Herren hiermit aufrichtigst gedankt sei.

Weiter sei dem Verlage für sein aufsergewöhnliches Entgegenkommen ganz besonders gedankt. Die Forderung einer nach jeder Richtung hin vollständigen Darstellung bedingte es, dafs oft eine zwei- bis dreimalige Anfertigung der Revisionsbogen erforderlich wurde, wodurch naturgemäfs an den Verlag aufserordentliche Anforderungen gestellt werden mufsten.

Ein besonderes Verdienst aber hat sich der Verlag durch die vorzügliche Ausführung der Abbildungen um so mehr erworben, als deren Zahl angesichts des steten Wachsens der Industrie und der während der Bearbeitung erschienenen Neuerungen fast doppelt so grofs geworden ist, wie ursprünglich vorgesehen war. Derartig mustergültige Wiedergaben von Acetylenapparaten und sonstigen Gebrauchsgegenständen beim Bau, bei der Installation und dem Betriebe der Apparate, wie sie der Verlag — zum erheblichen Teil nach zeichnerischen Originalentwürfen — für dieses Buch angefertigt hat, findet man bis heute in keiner Veröffentlichung auf diesem Gebiete.

Mit der Drucklegung ist Mitte des Jahres 1902 begonnen worden. Es sind deshalb am Schlusse des Buches alle bis Mitte Dezember 1903 bekannt gewordenen neueren und neuesten Erfahrungen in einem Nachtrage zusammengestellt.

Berlin, Ende Dezember 1903.

Der Herausgeber.



INHALTSVERZEICHNIS.

Der Name des jeweiligen Autors ist hinter jedem Kapitel angegeben. Wo mehrere Autoren an demselben Kapitel tätig waren, ist der Autor am Schlufs der einzelnen Abschnitte des betreffenden Kapitels, welche er bearbeitete, genannt. Die Bearbeitung erfolgte von jedem der Autoren selbständig.



I. Die Carbide im allgemeinen.

Metallcarbide.

Die Verbindungen von Metallen mit Kohlenstoff, allgemein Carbide genannt, bilden eine chemisch ungemein interessante Gruppe. Auf der Grenze der organischen und anorganischen Substanzen stehend und zumeist durch eine grofse Reaktionsfähigkeit ausgezeichnet, vermögen sie durch einfache Umsetzungen eine Reihe organischer und anorganischer Körper zu liefern. Die Bildung der organischen Verbindungen ist hierbei eine besonders bemerkenswerte Erscheinung, denn auf diese Weise gelingt es auf direktem Wege, über anorganische zu einfachen organischen Körpern zu gelangen, die man sonst nur auf dem Wege der Spaltung komplizierter organischer Verbindungen erhalten konnte.

Die Metallcarbide entstehen zumeist durch direkte Einwirkung von Metall auf Kohle bei hohen Temperaturen; nur eine besondere Reihe von Carbiden wird erhalten, wenn man auf Metallsalzlösungen Acetylen einwirken läfst.

Die ersteren Carbide bilden beim Erhitzen bis zu einer gewissen Grenze beständige Verbindungen, während die auf dem anderen Wege erhaltenen sich beim Erhitzen leicht zersetzen, zum Teil unter explosiven Erscheinungen. Carbide ersterer Art sind von folgenden Metallen, wenn auch nicht immer im reinen Zustande, erhalten worden: Lithium, Kalium, Natrium, Magnesium, Beryllium, Calcium, Baryum, Strontium, Yttrium, Lanthan, Aluminium, Cerium, Thorium, Niob, Chrom, Molybdän, Wolfram, Uran, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Platin.

Carbide zweiter Art sind bekannt von Silber, Quecksilber und Kupfer.

Aufser diesen Metallverbindungen sind auch analoge Carbide der Metalloide bekannt, welche zum Teil feste, äufserst stabile, zum Teil flüchtige, zersetzbare Verbindungen darstellen.

Die Metallcarbide besitzen die gemeinsame Eigenschaft, dafs sie durch die Einwirkung von Säuren, und einige, wie z. B. die Carbide von Lithium, Natrium, Kalium, Magnesium, Beryllium, Calcium, Baryum, Strontium, Aluminium, Yttrium, Lanthan, Cer, Thallium, Uran, Mangan, schon durch Einwirkung von Wasser gespalten werden, wobei neben

Kohlenwasserstoffen das Oxyd resp. das entsprechende Salz des Metalles gebildet wird. Die leichte Zersetzbarkeit der Metallcarbide beweist, dafs die Kohlenwasserstoffe, speciell das Acetylen, nur einen ungemein schwachen Säurecharakter besitzen, da schon Wasser eine Dissociation der Salze zu bewirken vermag.

Die Kohlenstoffverbindungen der Metalloide werden von Wasser resp. Säuren nicht zersetzt. Alle festen Carbide dieser Reihe, wie Borcarbid und Siliciumcarbid, bilden gegen chemische Einwirkungen äufserst widerstandsfähige Verbindungen.

Ordnet man die Carbide der Elemente nach dem Mendelejeff-schen System [1]), so kann man eine bemerkenswerte Thatsache feststellen:

Li_2C_2	Be_2C	BoC	C	$(NC)x$	O_2C	F_4C	
Na_2C_2	MgC_2	Al_4C_3	SiC	P	S_2C	Cl_4C	
K_2C_2	CaC_2	Se	TiC	VC	Cr_2C_3	Mn_3C	Fe_3C (Co . Ni)
CuC_2	Zn	Ga	G	As	Se	Br_4C	
Rb	SrC_2	YC_2	ZrC	$NbCx$	Mo_2C	—	[Ru . Rh . Pd . Ag] Cx
Ag_2C_2	Cd	In	$SnCx$	Sb	Te	J_4C	
Cs	BaC_2	LaC_2	CeC_2	Di	—	—	
	—	—	—	—	—	—	
	—	Yb	—	Ta	W_2C	—	[Os . Ir . Pt . Au] Cx
$AuCx$	HgC_2	Tl	$PbCx$	$BiCx$	—	—	
			ThC_2		U_2C_3	—	

Die Carbide derjenigen Elemente, welche sich in der zweiten (rechten) Abteilung einer jeden Gruppe befinden, sind entweder bei erhöhter Temperatur leicht zersetzlich (Carbide der Metalle) oder leicht flüchtig (Carbide der Metalloide), während die Carbide der in der ersten (linken) Abteilung befindlichen Elemente bei erhöhter Temperatur stabile und feste, nicht flüchtige Körper sind.

Eine Ausnahme bildet bei den Carbiden der ersten Abteilung nur das Kohlenstofffluorid. Die Kohlensäure ist zwar gasförmig, jedoch äufserst stabil, die Kohlenstoffstickstoffverbindung ist in Form des Paracyans ein fester stabiler Körper.

Bei den Carbiden der zweiten Abteilung bildet eine Ausnahme das Aluminiumcarbid, welches jedoch kein Acetylen-, sondern ein Methan-abkömmling ist. Dafs auch das Siliciumcarbid eine Ausnahme bildet, folgt ohne weiteres aus dem Charakter dieses, ebenso wie Kohlenstoff, vierwertigen Elementes.

Von den Metallcarbiden müssen als wahre Abkömmlinge des Acetylens diejenigen von Lithium, Kalium, Natrium, Magnesium, Kupfer, Silber, Quecksilber, Calcium, Baryum, Strontium angesehen werden, denn die Carbide dieser Metalle liefern bei der Zersetzung mit Wasser resp. Säuren Acetylen.

[1]) Haber, Techn. Elektrochemie, München 1898, 393.

Die Carbide des Berylliums, Aluminiums und Mangans müssen aus demselben Grunde als Derivate des Methans gelten. Diejenigen des Cers, Lanthans, Yttriums, Thoriums sind Mischcarbide, die zum allergröfsten Teile aus Acetyleniden, zum kleineren Teile aus Methaniden bestehen. Die übrigen, durch Wasser resp. Säuren zersetzbaren Carbide liefern bei der Zersetzung verschiedene Kohlenwasserstoffe.

Von den Acetylen liefernden Carbiden ist für die Acetylentechnik von Wichtigkeit lediglich das Calciumcarbid, in der Technik kurz Carbid genannt. Die Eigenschaften dieses Carbides sollen deshalb weiter unten besonders ausführlich besprochen werden, während diejenigen der anderen Acetylen liefernden Carbide hier nur kurz erwähnt sein mögen.

Lithiumcarbid entsteht durch Erhitzen von Lithiumcarbonat mit Kohle im elektrischen Ofen [1]) oder von Lithiummetall mit Kohle [2]). Es bildet eine krystallinische, eben durchsichtige Masse vom specifischen Gewicht 1,65, reagiert heftig mit Chlor, Brom, Jod, Fluor, Sauerstoff, Schwefel, Selen, Phosphor, Kaliumchlorat, Kohlenoxyd, Kohlensäure u. s. w. Durch Wasser wird es vollständig zersetzt. 1 kg liefert hierbei 587 Liter reines Acetylen. Beim Erhitzen auf eine 1000° übersteigende Temperatur wird das Lithiumcarbid zersetzt [3]). Eine Lithiumcarbidverbindung $C_2Li_2C_2H_2$ [4]) ist im Kapitel „Chemie des Acetylens“ beschrieben [5]).

Natriumcarbid bildet sich bei Einwirkung von Natrium auf Acetylen bei gewöhnlicher Temperatur, aber erhöhtem Druck [6]) oder unter gewöhnlichem Druck bei 180° [7]). Bei der Einwirkung von Acetylen auf Natriumammonium [8]) entsteht die Verbindung $C_2H_2C_2Na_2$. Läfst man auf diese Verbindung eine benzolische Jodlösung einwirken, so entsteht Natriumcarbid Na_2C_2 [9]). Dieselbe Verbindung erhält man, wenn man das Natriumcarbidacetylen $C_2H_2C_2Na_2$ auf 210 bis 220° für sich oder mit metallischem Natrium erhitzt, ferner, wenn man über metallisches Natrium bei 220 bis 230° Acetylen leitet [10]).

Das Natriumcarbid bildet ein weifses Pulver, welches in allen Lösungsmitteln unlöslich ist und bei 15° ein specifisches Gewicht von 1,575 hat. Die Verbindung ist äufserst reaktionsfähig. Mit Sauerstoff beim Erwärmen, mit Chlor, Brom, Salzsäuregas, Kohlensäure und mit einigen Chloriden und Jodiden wie z. B. von Aluminium, Eisen und Phosphor erfolgten Reaktionen unter Lichterscheinung. Mit Jod, Phosphor und Schwefelwasserstoff finden heftige Reaktionen statt. Durch Wasser wird das Natriumcarbid fast explosiv unter Bildung von Acetylen resp. Polymerisations- und Spaltungsprodukten desselben zersetzt.

Heftige Reaktionen treten auch ein bei der Einwirkung von primären und sekundären Alkoholen, ebenso Ketonen, Aldehyden und Estern.

[1]) Moissan, Compt. rend. 122, 362. — [2]) Guntz, ebenda 126, 1866. — [3]) Moissan, ebenda. — [4]) Derselbe, ebenda 127, 911. — [5]) Vergl. weiter unten. — [6]) Moissan, Compt. rend. 126, 302. — [7]) Matignon, ebenda 124, 775. — [8]) Moissan, ebenda 127, 911. — [9]) Derselbe, ebenda 127, 914. — [10]) de Forcrand, Bull. soc. chim. (5) 13, 996.

Mit oxydierenden Substanzen, wie Nitraten, Chloraten, Dichromaten, bildet das Natriumcarbid explosive Gemenge. Beim Erhitzen auf 600 bis 700° im Vakuum wird es in Natriummetall und Kohle gespalten, also viel leichter als Lithiumcarbid [1]).

Kaliumcarbid, K_2C_2. Ähnlich wie auf Natriumammonium wirkt auch Acetylen auf Kaliumammonium unter Bildung der Verbindung $C_2K_2C_2H_2$ ein. Dieselbe Verbindung entsteht bei der Einwirkung von Acetylen auf metallisches Kalium bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck [2]). Beim Erhitzen zersetzt sich die Verbindung unter Entbindung von Acetylen und Bildung von Kaliumcarbid. Letzteres entsteht auch, wenn man Acetylen über erwärmtes Kaliummetall leitet [3]) oder wenn man Kalium mit Kohle in einem Glasrohre der Wirkung eines kräftigen elektrischen Stromes aussetzt (Berthelot). Das Kaliumcarbid ist in seinen chemischen Eigenschaften ähnlich dem Natriumcarbid.

Magnesiumcarbid, MgC_2, wird in unreinem Zustande beim Überleiten von Acetylen über Magnesiummetall erhalten. Bei der Einwirkung von Wasser erhält man Acetylen. Durch Erhitzen wird das Carbid vollständig zersetzt.

Baryumcarbid, BaC_2, entsteht durch Erhitzung von Baryumamalgam mit Kohle im Wasserstoffstrome [4]), sowie durch Erhitzen von Baryumcarbonat mit Magnesiumpulver und Kohle auf Rotglut [5]). Es wird dargestellt durch Erhitzen von Baryt und Kohle im elektrischen Ofen [6]). Das geschmolzene Baryumcarbid bildet eine strahlig krystallinische Masse von rotbrauner bis schwarzer Farbe und wird vom Wasser leicht unter Entwickelung von Acetylen angegriffen. Beim Zutröpfeln von Wasser auf fein gepulvertes Baryumcarbid entsteht stets eine Feuererscheinung. Spec. Gew. 3,75. Mit Chlor, Brom, Jod reagiert das Baryumcarbid beim Erwärmen unter Feuererscheinung. Beim Erhitzen im Sauerstoff oder in trockener Luft erfolgt lebhaftes Erglühen. Schwefel reagiert unter Feuererscheinung bei etwa 330°, ebenso Selen, Phosphor in gleicher Weise wie bei Dunkelrotglut. Arsen wirkt bei hoher Temperatur ein, jedoch ohne Lichterscheinung [7]). Stickstoff wird bei 600 bis 700° lebhaft absorbiert [8]). Die Produkte der Absorption sind analoge wie die unten beschriebenen beim Calciumcarbid. Kohlenoxyd und Kohlensäure zersetzen auf 380 bis 400° erhitztes Baryumcarbid unter lebhafter Feuererscheinung [9]).

---

[1]) Moissan, Elektr. Ofen, Nachtrag, S. 6; siehe auch Matignon, Compt. rend. **124**, 1026, **125**, 1033; de Forcrand, Compt. rend. **124**, 1153. — [2]) Moissan, Compt. rend. **126**, 302. — [3]) Davy, Gilberts Annalen der Physik **35**, 433. — [4]) Maquenne, Bull. soc. chim. (3) **7**, 336. — [5]) Derselbe, Compt. rend. **115**, 588. — [6]) Moissan, ebenda **118**, 684. — [7]) Derselbe, ebenda **118**, 683. — [8]) Frank und Caro, Originalmitteilung; vergl. dagegen Moissan, Compt. rend. **118**, 683, der keine Einwirkung bis 1200° feststellen konnte. — [9]) Frank und Caro, Originalmitteilung.

Baryumcarbid ist leichter schmelzbar als Calciumcarbid und zeigt in hohem Maſse das Phänomen der Überschmelzung. Bei längerer Einwirkung hoher Temperaturen von 3000 bis 3500° wird es zersetzt.

Strontiumcarbid, SrC_2, wird in analoger Weise wie Baryumcarbid durch Schmelzen von Strontiumcarbonat oder Strontian mit Kohle im elektrischen Ofen erhalten. Es bildet eine dunkel gefärbte krystallinische Masse von goldglänzendem Bruch. Spec. Gew. 3,19. Die chemischen Eigenschaften des Strontiumcarbides entsprechen denjenigen des Baryumcarbides [1]).

Cercarbid, CeC_2. Schmilzt man bei verhältnismäſsig niedriger Temperatur im elektrischen Ofen reines Cerdioxyd, CeO_2, mit Zuckerkohle, so erhält man eine krystallinische Schmelze. Unter dem Mikroskop erkennt man deutlich hexagonale, durchsichtige, rötlichgelbe Krystalle. Spec. Gew. 5,23. Das Cercarbid ist sehr reaktionsfähig. Mit Fluor, Chlor, Brom, Jod, den Halogenwasserstoffsäuren, Schwefel tritt eine lebhafte Einwirkung ein, bei höherer Temperatur zum Teil unter Feuererscheinung. Oxydationsmittel, wie Kaliumchlorat, Kaliumnitrat, auch geschmolzenes Alkali, greifen das Carbid heftig an. Durch Wasser wird das Carbid vollständig zersetzt. Es bilden sich je nach den verwendeten Temperaturen 75 bis 80 Proz. Acetylen, 18,9 bis 20,5 Proz. Methan und 2,63 bis 4,23 Proz. Äthylen. Daneben entstehen geringe Mengen flüssiger und fester Kohlenwasserstoffe. Die Analyse des Carbides führt zu der Formel CeC_2 [2]).

Lanthancarbid, LaC_2, wird in ähnlicher Weise wie Cercarbid aus Lanthanoxyd und Zuckerkohle erhalten und bildet durchsichtige, gelb gefärbte Krystalle. Spec. Gew. 5,02.

In chemischer Beziehung ähnelt das Lanthancarbid dem Cercarbid. Durch Wasser wird es zersetzt und giebt 70 bis 72 Proz. Acetylen, 27 bis 29 Proz. Methan und 1 bis 2 Proz. Äthylen. Die Zusammensetzung des Carbides ist LaC_2 [3]).

Yttriumcarbid, YC_2, entsteht, wenn man Yttriumoxyd mit Zuckerkohle im elektrischen Ofen glüht. Die Bildungstemperatur ist eine höhere als beim Cercarbid. Es bildet deutliche gelbe, durchsichtige Krystalle vom specifischen Gewicht 9,13.

Chemikalien wirken auf das Yttriumcarbid ähnlich wie auf Cercarbid ein. Durch Wasser wird das Carbid, dessen Analyse die Zusammensetzung YC_2 ergiebt, zersetzt unter Bildung eines Gasgemenges von 71 bis 72 Proz. Acetylen, 4,5 bis 5 Proz. Wasserstoff, 18 bis 19 Proz. Methan und 4,5 bis 5 Proz. Äthylen [4]).

---

[1]) Moissan, Compt. rend. 127, 911 und Frank und Caro, Originalmitteilung. — [2]) Moissan, Compt. rend. 122, 357. — [3]) Derselbe, ebenda 128, 148; Pettersen, Suppl. der Berichte der Königl. schwed. Akademie der Wissenschaften 2, 2, Nr. 1, 1895. — [4]) Moissan und Ethard, Compt. rend. 122, 573; Pettersen, w. o.

Thoriumcarbid, ThC_2. Zur Gewinnung des krystallinischen Carbides erhitzt man im elektrischen Ofen ein Gemenge von Thoriumoxyd und Kohle. Man erhält eine krystallinische Masse, welche unter dem Mikroskop kleine gelbe durchsichtige Krystalle erkennen läfst. Das specifische Gewicht beträgt 8,96. Die Wirkung der Chemikalien ist ähnlich wie bei den anderen Carbiden der seltenen Erden. Durch Wasser wird das Carbid zersetzt. Der gesamte Kohlenstoff entweicht in Form gasförmiger Verbindungen, welche etwa 48 Proz. Acetylen, 30 Proz. Methan, 6 Proz. Äthylen und 16 Proz. Wasserstoff enthalten. Aufserdem entstehen hierbei in kleinen Mengen flüssige und feste Kohlenwasserstoffe. Das Thoriumcarbid zeigt die analytisch festgestellte Zusammensetzung ThC_2 [1]).

Quecksilber-, Silber- und Kupfercarbid werden in dem Kapitel „Chemie des Acetylens“ beschrieben werden [2]).

Geschichte der Carbide.

Man kann in der Geschichte der durch Wasser zersetzlichen Carbide bis zu jenem Augenblick, als man im Jahre 1895 mit der fabrikmäfsigen Herstellung des Calciumcarbides als Handelsprodukt begann, mehrere Perioden unterscheiden, von denen die erste den Zeitraum von 1836 bis 1862 umfafst. In dieser Zeit wurden bei einer Reihe von Versuchen Carbide als Produkte des Zufalles erhalten. Im Jahre 1862 erfolgte die Erkennung und Kennzeichnung des Calciumcarbides durch Wöhler.

In dem folgenden Zeitraum von 1862 bis zum Jahre 1885 sind irgendwelche Untersuchungen, die eine weitere Erforschung der Carbide oder eine Auffindung neuer Verfahren zur Herstellung derselben bezweckten, nicht bekannt geworden. In diese Zeit fällt allerdings die auf rein theoretischen Erwägungen beruhende Ermittelung der richtigen Zusammensetzung des Calciumcarbides durch Beilstein im Jahre 1881 [3]). Gestützt auf die Wöhlerschen Untersuchungen leitete er dafür die Formel CaC_2 ab.

Als zweite Periode in der Geschichte der Carbide kann man die Zeit vom Jahre 1886 bis 1894 ansehen. In diesen Zeitraum fällt die Herstellung der Carbide im elektrischen Ofen von den ersten Anfängen bis zum Bau der ersten Carbidfabrik in Nordamerika.

Periode I. 1836 bis 1862.

1836. Der englische Chemiker Edmund Davy [4]) setzte ein vorher erhitztes Gemenge von Weinstein und Kohlenpulver einer hohen

[1]) Moissan und Ethard, Compt rend. 122, 573; Troost, ebenda 116, 1227. — [2]) Vergl. weiter unten. — [3]) Handbuch der organischen Chemie, Abteilung I, S; 337. — [4]) Records of gener. science, Nov. 1836; Journal de Pharmacie, Mars 1837, 143; Liebigs Ann. 23, 144.

Temperatur in einer eisernen Flasche aus, in der Hoffnung, auf diesem Wege Kalium gewinnen zu können. Die Menge des Kohlenpulvers betrug $^1/_{10}$ bis $^1/_{15}$ des Gemenges. Statt des Kaliums bildete sich „eine graubraune, mehr weiche als feste Masse, die dem Eisen adhärierte“. In Wasser geworfen zersetzte sich diese Substanz mit grofser Leichtigkeit unter reichlicher Entwickelung eines Gases, das sich bisweilen an der Oberfläche entzündete, wie man es gewöhnlich beim Kalium unter gleichen Umständen beobachtet. Dabei schied sich eine kohlige Materie ab. Die Analyse dieses Gases zeigte, dafs es zusammengesetzt war aus „Wasserstoff und einem neuen Doppeltkohlenwasserstoff zu gleichem Volumen“. Davy hielt die fragliche Substanz für ein Gemenge von „Kalium und dem Carbür dieses Metalles“; er nannte es „Kohlenstoffkalium“ und giebt davon folgende Beschreibung:

„Mit unbewaffnetem Auge erkennt man daran keine Krystallisation; mit einer starken Lupe untersucht, bemerkt man aber kleine Massen, die aus der Vereinigung von aufserordentlich kleinen, vierseitigen, an den Ecken abgestumpften Prismen entstanden sind. Der Luft ausgesetzt zersetzt sich das Kohlenstoffkalium: ein Teil des Kohlenstoffs verbindet sich mit dem Wasserstoff des Wassers zu dem neuen Doppeltkohlenwasserstoff [1]), welcher das einzig gasförmige Produkt ist, der Überschufs von Wasserstoff entwickelt sich, während der Sauerstoff des Wassers und das Kalium Kali bilden. Weingeist und Terpentinöl äufsern auf das Kohlenstoffkalium nur schwache Wirkung, Säuren dagegen eine sehr starke; in verschlossenen Gefäfsen zum Rotglühen erhitzt, erleidet das Kohlenstoffkalium eine partielle Zersetzung; das Kalium scheidet sich allmählich ab, während die Kohle glänzend schwarz zurückbleibt.“

Unzweifelhaft hat Davy ein stark verunreinigtes Kaliumcarbid in Händen gehabt, das erste durch Wasser zersetzliche Carbid, welches gewonnen und in einigen seiner Eigenschaften studiert wurde, ohne dafs es zur Erkennung seiner genaueren Zusammensetzung oder gar zur Herstellung in reinem Zustande kam.

Einen interessanten Versuch, der in neuerer Zeit vielfach auf andere Weise seine Bestätigung gefunden hat, beschreibt Davy mit folgenden Worten:

„Bringt man in eine mit Quecksilber gefüllte Glocke zuerst etwas Wasser, dann einige Bruchstücke des Kohlenstoffkaliums, so sinkt das Quecksilber in der Röhre, die Substanz wird rotglühend unter Aussprühung von glänzenden Funken.“

1840. Hare [2]), ein französischer Chemiker, stiefs bei Versuchen zur Darstellung von Calcium mit Hülfe des galvanischen Lichtbogens auf eine Kohlenstoffverbindung des Calciums, die nach der Art ihrer

[1]) Vergl. weiter unten, „Geschichte des Acetylens“. — [2]) L'Institut 1840, 312; Berzelius, Lehrbuch der Chemie, 5. Aufl., 2, 152; Ludwig, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 49, 50.

Herstellung und nach ihren Eigenschaften nur Calciumcarbid gewesen sein kann. Er giebt darüber folgendes an:

„Wenn man essigsaure Kalkerde oder ein Gemenge von Kalkerde und Zucker in einem bedeckten Gefäfse bei strengem Feuer verkohlt und die schwarze Masse zwischen ein paar Kohlenspitzen erhitzt, aus denen sich eine starke Grovesche Säule in einer sauerstofffreien Gasart entladet, wird die Kalkerde zu einem Carburet von Calcium reduziert, welches in Gestalt einer grauen Masse zurückbleibt, die unter dem Polierstahle in metallglänzende Schuppen zerfällt. Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure ziehen keine Kalkerde daraus aus; aber von Königswasser wird sie langsam aufgelöst, und die Lösung enthält Kalkerde. Wurden Kalkerde und Quecksilbercyanid zu gleichen Gewichten erhitzt und dann auf dieselbe Weise behandelt, so wurde eine graue Metallmasse erhalten, die weniger Kohlenstoff enthielt, sich an der Luft oxydierte und in Wasser ein riechendes Gas entwickelte."

Die bei dem letztgenannten Versuch gewonnene Masse, welche Hare auch noch erhielt, als er ein inniges Gemenge von kohlensaurem Kalk und Kohle glühte, kann nur Calciumcarbid gewesen sein.

Wie Davy der erste war, der überhaupt ein durch Wasser zersetzliches Carbid herstellte, so war Hare der erste, welcher das Calciumcarbid gewann. Indessen auch Hare hat dieses Carbid weder im reinen Zustande hergestellt noch seine Zusammensetzung ermittelt.

1859. In dem „Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandten Teile anderer Wissenschaften" von Hermann Kopp und Heinrich Will[1]) findet sich eine Stelle, welche zeigt, dafs im Jahre 1859 Deville und Debray Calciumcarbid in einem Knallgas-Gebläseofen durch Zusammenschmelzen von Kalk und Kohle gewannen, ohne jedoch dessen Existenz zu erkennen. Es heifst an der betreffenden Stelle:

„Bezüglich der Apparate und Heizvorrichtungen, der sich Deville und Debray für die hier besprochenen Versuche bedienten, und die sich ohne Abbildung nicht wohl in genügender Weise beschreiben lassen, bemerken wir folgendes: (folgt ausführliche Beschreibung eines Knallgas-Gebläseofens) ..... Bezüglich der Hitze, welche sich in solchen Öfen mit Gas- und Sauerstofffeuerung hervorbringen läfst, bemerken wir folgendes:

Kalk und Kohle in Berührung miteinander vertragen diese Hitze nicht lange, der Kalk wird desoxydiert und stöfst dann in der Kälte den Geruch nach Wasserstoffgas aus und brennt oft bei dem Eintauchen in Wasser".

1862. Am 2. August 1862 machte Wöhler in der Sitzung der „Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften" eine Mitteilung „Über

[1]) 1859, 254 bis 256.

die Bildung des Acetylens durch Kohlenstoffcalcium"[1]) folgenden Wortlauts:

„Bei sehr hoher Temperatur kann aus der von Caron dargestellten Legierung von Zink und Calcium in Berührung mit Kohle ein Kohlenstoffcalcium hervorgebracht werden, dessen Darstellungsweise und Beschaffenheit demnächst mitgeteilt werden sollen. Diese Verbindung hat die merkwürdige Eigenschaft, sich mit Wasser in Kalkhydrat und Acetylengas zu zersetzen, denselben Kohlenwasserstoff, welcher zuerst von E. Davy[2]) entdeckt und in neuester Zeit[3]) von Berthelot sowohl durch Zersetzung verschiedener organischer Stoffe bei Glühhitze, als auch direkt aus Kohle und Wasserstoffgas unter dem Einfluſs des elektrischen Flammenbogens hervorgebracht worden ist. Das vermittels des Kohlenstoffcalciums gebildete Gas ist zwar noch nicht analysiert, ist aber charakterisiert durch die drei entscheidendsten Eigenschaften des Acetylens, nämlich mit einer hell leuchtenden ruſsenden Flamme zu verbrennen, mit Chlorgas schon im zerstreuten Licht mit Feuererscheinung und Abscheidung von Kohle zu explodieren, und aus einer ammoniakalischen Silberlösung die beim Erhitzen so gewaltsam explodierende Verbindung zu fällen."

Hiernach ist unzweifelhaft Wöhler der erste gewesen, welcher das Calciumcarbid als solches erkannte und es zielbewuſst durch Zusammenbringen mit Wasser in Acetylengas und Kalk zerlegte. In diesem Sinne ist es berechtigt, von Wöhler als dem Entdecker des Calciumcarbides zu reden, wenngleich er, wie vorstehend dargelegt, nicht der erste war, der Calciumcarbid in Händen hatte.

Periode II. 1886 bis 1894.

Es scheint, als ob nach der Entdeckung Wöhlers weder dieser noch sonst irgend ein anderer Forscher sich mit weiteren praktischen Studien über die Carbide beschäftigt hat, bis drei Jahrzehnte später Willson in Amerika und Moissan in Frankreich die Gewinnung der Carbide im elektrischen Ofen auffanden, die zu ihrer Herstellung im groſsen und zu ihrer kommerziellen Ausnutzung führten. Indessen, wie schon vor Wöhler einige andere Forscher Carbide in Händen gehabt haben, ohne ihre Eigenschaften zu erkennen, so sind auch vor dem Auftreten von Willson und Moissan schon wiederholt Carbide im elektrischen Ofen hergestellt worden, ohne daſs dieselben besondere Beachtung fanden, bezw. ohne daſs — vielleicht von einer Ausnahme (Boehm) abgesehen — die technische Bedeutung des erhaltenen Produktes erkannt wurde.

---

[1]) Nachrichten von der Georg-Augusts-Universität und der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, 1862, 19, 374; im Auszuge auch veröffentlicht in Liebigs Ann. 124, 220. — [2]) Vergl. weiter unten „Geschichte des Acetylens", sowie die vorstehenden Mitteilungen S. 7. — [3]) 1860, vergl. weiter unten „Geschichte des Acetylens".

1886. Lewes[1]) teilt mit, dafs Sterry Hunt[2]) im Jahre 1886 bereits erkannt hatte, wie in dem elektrischen Ofen von Cowles, der mit Kalk und Kohle ausgekleidet war, „nicht nur die Oxyde der Alkalimetalle, sondern auch Calcium-, Magnesium- und Aluminiumoxyd, sowie Kieselsäure- und Borsäureanhydrit in Gegenwart von Kohle reduziert werden können und dafs in Anwesenheit anderer Metalle Legierungen darzustellen sind, während aus Aluminium und Kohle krystallinische Kohlenstoffverbindungen erhältlich sind; und ferner dafs Silicium und Siliciumkohlenstoff gewonnen werden können“.

Weiter erzählt Lewes, wie in den Jahren 1886 und 1887 bei der Herstellung von Aluminium in dem vorerwähnten Ofen von Cowles die Arbeitsburschen sich damit belustigten, auf die Bruchstücke alten Ofenmaterials Wasser zu giefsen und das frei werdende Gas zu entzünden.

1891. Borchers[3]) beschrieb ein Verfahren und einen Apparat, um mittels elektrisch erhitzter Kohle die bis dahin für nicht reduzierbar geltenden Metalloxyde zu reduzieren. Er sagte, dafs man angesichts der direkten Reduzierung des Aluminiumoxydes durch dieses Verfahren ein Aluminium mit starkem Kohlegehalt erhalten haben würde. Weiter meint er, „dafs es überhaupt kein Oxyd mehr giebt, von welchem behauptet werden könne, es sei durch Kohlenstoff nicht reduzierbar“. Er erwähnte aber weder das Calciumcarbid, noch beschrieb er die besonderen Bedingungen, unter denen die Reduktion der bisher nicht reduzierbaren Metalloxyde, z. B. des Kalkes, auszuführen sei.

L. K. Boehm (New York) meldete am 5. November 1891 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ein Patent an für Herstellung von Calciumcarbid auf elektrischem Wege[4]). In der Patentbeschreibung heifst es, dafs „Kohle und die Oxyde der Erdalkalimetalle miteinander vermischt werden und dann eine chemische Umsetzung der Kohle mit dem Metall erzielt wird durch die Einwirkung des elektrischen Stromes“. Weiter heifst es, dafs „der neue Körper ein Handelsprodukt sei, bestehend aus einer gleichmäfsigen Masse von Kohlenstoff und Kalk, nämlich dem Calciumcarbid“. Das Patent wurde unter Nr. 552026 am 24. Dezember 1895 erteilt, d. h. zu einer Zeit, als die gleich zu besprechenden Willsonschen Patente trotz ihrer späteren Anmeldung längst erteilt waren. Boehm hat neuerdings (Sommer 1901) versucht, seine Prioritätsrechte vor der Pariser Akademie der Wissenschaften zu verteidigen.

1892. Maquenne in Paris hat im Mai 1892 Baryumcarbid im

---

[1]) Handbuch 1900, 15; vergl. auch Polis in Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 74. — [2]) Trans. Ambr. Inst. Min. Engl. 14, 492. — [3]) Borchers, Elektrometallurgie, 1. Aufl., 1891; vergl. auch Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 362. — [4]) The Mineral Industry, Vol. IX, 1901, 64; The Technologist, Vol. VI, 1901, 9, 265.

Ofen von Perrol hergestellt[1]). In einer Arbeit über die Erdalkalimetalle gab er ein Baryumcarbid mit der wechselnden Formel BaC_2 an, das er erhielt, als er ein Gemisch von 26,5 g Baryumcarbonat, 10,5 g Magnesiumpulver und 4 g Holzkohle in einer geschlossenen Eisenflasche in dem genannten Ofen erhitzte. Er sagt darüber wörtlich:

„Im Verlauf meiner Untersuchungen über die Erdalkalimetalle fand ich, dafs das Baryum in der Rotglühhitze fähig ist, eine Verbindung mit Kohlenstoff zu bilden, welche Wasser in der Kälte sofort zersetzt, indem es dabei fast reines Acetylen abgiebt:

$$BaCO_3 + 3Mg + C = BaC_2 + 3MgO.$$

Man bekommt auf 1 g rohen Carbids 52 bis 54 ccm eines Gases, welches, wie es die nachfolgende Analyse bewies, 97 bis 98 Proz. Acetylen enthielt, frei von Beimengungen irgend eines anderen organischen Gases."

Hierzu bemerkt Borchers[2]) sehr zutreffend:

„Wenn dieses Produkt schon theoretisch mehr als 40 Proz. Unreinheiten enthielt (Magnesiumoxyd), so zeigen die Angaben des Verfassers, dafs die erhaltene Menge Baryumcarbid noch sehr weit von der theoretisch zu erhaltenden entfernt war.

Der hohe Preis des angewendeten Reduktionsmittels, die physikalische Beschaffenheit des Produktes und die geringe Menge wirksamen Carbides, die darin enthalten ist, haben diesem Verfahren jede Anwendung in der Praxis unmöglich gemacht."

Zu der gleichen Zeit hat Willson in Spray, Nordcarolina, Calciumcarbid hergestellt, als er mit Versuchen beschäftigt war, Aluminium im Ofen von Cowles durch Reduktion zu gewinnen. Am 19. Mai 1892 richtete er an seinen Patentanwalt Fraser[3]) einen Brief, in dem es unter anderem heifst:

„Ich bedarf einiger Ansprüche, um die Herstellung von Aluminium- und Calciumcarbid und aller anderen Carbide zu schützen.

Calciumcarbid ist eines der merkwürdigsten Carbide. Ähnlich wie metallisches Kalium und Natrium hat es die Eigenschaft, Wasser zu zersetzen und sich an der Luft zu oxydieren, so dafs es unter Öl, Kerosin oder in hermetisch verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt werden mufs. Es wird durch Erhitzen von Kalk (CaO) und Kohle dargestellt. Die besten Resultate werden erzielt beim Imprägnieren des Kalkes mit Teer, um alsdann dem elektrischen Flammenbogen ausgesetzt zu werden."

Im Juni 1892 besuchte Venable[4]) die Fabrik zu Spray, um sich von den Fortschritten der Willsonschen Aluminiumdarstellung zu überzeugen. Er sagt hierüber:

---

[1]) Compt. rend. 114, 361; 115, 558; Ann. de Chim. et de Phys. VI, 1893, 28, 258. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 362. — [3]) Progres. Age 1898, 51. — [4]) Amer. Manufactures, 16. Dez. 1898; vergl. auch Lewes, Handbuch 1900, 16.

„Ich fand, dafs Herr Willson sein Problem von verschiedenen Seiten angefafst hatte. Unter anderem hatte er auch die Darstellung mehr positiver Elemente, wie Calcium, aufgenommen, um es zur Reduktion von Thonerde zu benutzen. Zur Herstellung des Calciums hatte er Kalk mit Teer und anderen kohlenstoffhaltigen Substanzen gemischt und in seinem elektrischen Ofen erhitzt. Auf diese Weise erhielt er eine harte krystallinische Masse, welche an der Luft zerfiel und in Wasser geworfen eine stürmische Gasentwickelung hervorrief. Dieses Gas liefs sich entzünden und brannte mit stark rufsender Flamme."

Im August 1892 meldete alsdann Willson in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ein Patent an für elektrisches Schmelzen, vorwiegend von Aluminium. Darin heifst es wörtlich, dafs er seine Erfindung auch ausdehnen will auf „die Herstellung feuerbeständiger Verbindungen, sowie auf Metallverbindungen, die nicht unbedingt zur Metallgewinnung sich eignen, sondern die zur Darstellung anderer Verbindungen verwendbar sind; z. B. habe ich diesen Prozefs schon zur Reduktion des Kalkes benutzt und Calciumcarbid so dargestellt". Das nachgesuchte Patent wurde am 21. Februar 1893 unter Nr. 492337 erteilt.

Nähere Angaben über die fabrikmäfsige Herstellung von Calciumcarbid finden sich jedoch in dieser Patentbeschreibung nicht.

Moissan[1]) sagt in einer Abhandlung, die er am 12. Oktober 1892 der Pariser Akademie der Wissenschaften vorlegte, bei der Beschreibung eines neuen elektrischen Ofens über den Einflufs des elektrischen Bogens auf den Kalk:

„Wenn die Temperatur 3000° erreicht, schmilzt die Materie des Ofens, der Kalk, selbst und fliefst wie Wasser. Bei dieser Temperatur reduziert die Kohle rasch das Calciumoxyd, und das Metall wird in reichlichen Mengen frei. Es vereinigt sich leicht mit dem Kohlenstoff der Elektroden und bildet in der Weifsglut flüssiges Calciumcarbid, welches sich leicht isolieren läfst."

1893. Travers[2]) (England) schmolz 45 g Natrium mit einer innigen Mischung von Chlorcalcium und Retortenkohle im eisernen Tiegel während einer halben Stunde zusammen. Er erhielt ein Produkt, welches neben Chlornatrium und Kohle etwa 16 Proz. Calciumcarbid enthielt. 100 g desselben gaben mit Wasser 4 bis 5 Liter Acetylengas.

1894. Bullier in Paris — damals Assistent von Moissan — meldete am 9. Februar 1894 in Frankreich und Deutschland ein Patent an auf ein Verfahren, Carbide der Erdalkalimetalle im elektrischen Ofen herzustellen, gegründet auf Moissans Untersuchungen. Das

---

[1]) Compt. rend. **115**, 1031. — [2]) Proc. of the Chem. Soc. of England **9**, 15.

betreffende deutsche Patent[1]) ist am 11. September 1894 ausgegeben und trägt die Nummer 77168. Der Patentanspruch lautet:

„Verfahren zur Darstellung von Kohlenstoffverbindungen der Erdalkalimetalle, darin bestehend, dafs man eine Mischung des Erdalkalimetalloxydes, -carbonates etc. mit Kohlenstoff in einem elektrischen Ofen erhitzt."

Bullier hat in seinen Patenten die Verwertung von Acetylen zur Beleuchtung als eine der Verwendungsweisen für Calciumcarbid bezeichnet. Er erkannte also damals schon die grofse Bedeutung des Calciumcarbides für die Beleuchtungsindustrie. In der Patentbeschreibung heifst es:

„Wenn man im elektrischen Ofen 56 Teile ungelöschten Kalk mit 36 Teilen Kohle schmilzt, so erhält man einen Körper, der bei seiner Bildungstemperatur flüssig ist, bei Abkühlung eine krystallinische Masse giebt und aus einem der Formel CaC_2 entsprechenden Carbid besteht. In Berührung mit Wasser giebt er reines Acetylen, und zwar 340 Liter für 1 kg der Substanz."

Wenige Wochen später, am 5. März 1894, überreichte Moissan[2]) der Akademie der Wissenschaften eine zweite Abhandlung über das Calciumcarbid. Darin beschrieb er genau die Darstellungsweise des krystallisierten Calciumcarbides. Er erhielt dasselbe in Mengen von 120 bis 150 g, als er mit Hülfe eines elektrischen Stromes von 70 Volt und 350 Ampère ein inniges Gemisch von 70 g Zuckerkohle und 120 g gebranntem Marmor zusammenschmolz. Das von ihm erhaltene Carbid war eine schwarze, gut krystallisierte Masse vom specifischen Gewichte 2,22 bei 18° C. Bei der Analyse ergab es eine Zusammensetzung von durchschnittlich 62,4 Proz. Calcium und 37,6 Proz. Kohlenstoff, woraus er die schon früher von Beilstein[3]) berechnete Formel CaC_2 ableitete.

In den Jahren 1893 und 1894 hat Willson schon beträchtliche Mengen Carbid in seinem Versuchsofen hergestellt, die als Unterlage für seine und seiner Geschäftsfreunde Versuche dienten, das aus dem Calciumcarbid gewonnene Acetylen praktisch für Beleuchtungszwecke zu verwerten. Das Ergebnis dieser Versuche fiel derartig aus, dafs die „Willson Aluminium Co." in Spray sich entschlofs, Calciumcarbid im grofsen herzustellen. Dies war im Frühjahr 1895, und damit war die erste Carbidfabrik der Welt dem Betriebe übergeben.

---

[1]) Dieses Patent ist durch Urteil des Reichsgerichts vom 16. Juni 1898 für nichtig erklärt worden, während das gleichlautende französische Patent im Jahre 1901 durch Urteil des Pariser Appellationsgerichtshofes in Kraft geblieben ist. — [2]) Compt. rend. 118, 501. — [3]) Vergl. oben Seite 6.

II. Calciumcarbid.

Physikalische und chemische Eigenschaften.

Von allen durch Wasser zersetzlichen und Acetylen liefernden Carbiden hat lediglich das Calciumcarbid für die Acetylentechnik Bedeutung gewonnen. Die Billigkeit der zu seiner Herstellung verwendeten Rohmaterialien, die Einfachheit der Darstellung, die Stabilität des erhaltenen Produktes, alles dies hat den Anlaſs zu der dominierenden Stellung des Calciumcarbides gegeben. Die Bildungs- und Darstellungsweisen des Calciumcarbides sollen ausführlich in besonderen Kapiteln besprochen werden, sie mögen deshalb hier nur kurz erwähnt werden. Calciumcarbid entsteht beim Erhitzen von Zinkcalcium mit Kohle [1]), durch Erhitzen von Natrium mit einem Gemisch von Chlorcalcium und Gaskohle [2]), ferner durch Einwirkung von Kohle auf Calciumverbindungen bei der Temperatur des elektrischen Ofens.

Bei hohen Temperaturen zeigt Kohle eine starke Affinität zum Calcium und infolge dessen werden Calciumverbindungen bei dieser Temperatur derart gespalten, daſs das mit dem Metall verbundene Element frei und Calciumcarbid gebildet wird. Die Reaktion verläuft nach der allgemeinen Gleichung:

$$Ca\,E'' + C_2 = Ca\,C_2 + E''.$$

Je nach der Natur des mit dem Calcium verbunden gewesenen Elementes finden hierbei noch weitere Reaktionen statt. Vermag das Element sich mit Kohlenstoff zu verbinden und mit ihm bei hoher Temperatur unzersetzliche Verbindungen zu geben, so entstehen neben Calciumcarbid Carbide resp. Kohlenstoffverbindungen dieser Elemente. So z. B. giebt Kalk mit Kohle im elektrischen Ofen Calciumcarbid und Kohlenoxyd [3]):

$$CaO + 3\,C = CaC_2 + CO.$$

Statt des Oxydes kann man auch Carbonate verwenden, welche bei hoher Temperatur bekanntlich Oxyd liefern.

Calciumsilikat giebt Calciumcarbid und Carborundum [4]):

$$CaO\,SiO_2 + 6\,C = CaC_2 + SiC + 3\,CO.$$

Verwendet man dagegen Verbindungen des Calciums mit solchen

---

[1]) Wöhler, Liebigs Ann. **124**, 230. — [2]) Travers, Proc. Chem. Soc. Nr. 118. — [3]) Moissan, Compt. rend. **118**, 501; Bullier, D. R.-P. Nr. 77168; Willson, Amerikan. Patent Nr. 492337; vergl. auch Borchers, Elektrometallurgie, 1. Aufl., **5**, 61 u. 62. — [4]) Acheson, D. R.-P. Nr. 76629.

Elementen, welche keine oder bei der Reaktionstemperatur spaltbare Kohlenstoffverbindungen geben, so entsteht neben Calciumcarbid das gebunden gewesene Element im freien Zustande. So erhält man beim Schmelzen von Baryummanganiten (Psilomelanen) mit Kohle Baryumcarbid und metallisches Mangan [1]). Ist das mit dem Calcium verbundene Element flüchtig, so destilliert es beim Schmelzen über und kann auf diese Weise vom Calcium getrennt werden.

Erhitzt man z. B. phosphorsauren Kalk mit Kohle, so erhält man Phosphorcalcium, schmilzt man dieses mit Kohle im elektrischen Ofen, so bilden sich Calciumcarbid und freier Phosphor, welcher abdestilliert und aufgefangen werden kann:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 8C = Ca_3P_2 + 8CO$$
$$Ca_3P_2 + 6C = 3CaC_2 + P_2$$ [2]).

Reduziert man schwefelsauren Kalk mit Kohle, so erhält man Schwefelcalcium. Dieses giebt mit Kohle im elektrischen Ofen Calciumcarbid und Schwefel, wobei die Reaktion wie beim Phosphid verläuft [3]).

Calciumhydrür mit Kohle erhitzt giebt Carbid und Wasserstoff:

$$CaH_2 + C_2 = CaC_2 + H_2.$$

Analog entsteht aus Calciumnitrid Carbid und Stickstoff:

$$Ca_3N_2 + 6C = 3CaC_2 + N_2$$ [4]).

Erhitzt man ein Gemisch von Kalk und Eisenkies mit Kohle, so entweicht schweflige Säure und es hinterbleibt Carbid neben mehr oder weniger gekohltem Eisen:

$$2CaO + FeS + 4C = 2CaC_2 + SO_2 + Fe$$ [5]).

Mit gröfster Leichtigkeit erfolgt die Bildung des Calciumcarbides aus seinen Elementen. Erhitzt man metallisches Calcium mit reinem, aus Zersetzung von Acetylen herrührendem Kohlenstoff auf Dunkelrotglut im Porzellantiegel, so erhält man reines Calciumcarbid [6]), ebenso beim Erhitzen des bei 60° aus Calciumammonium und Acetylen erhaltenen Calciumcarbidammoniakacetylens:

$$CaC_2C_2H_2(NH_3)_4.$$

Chemisch reines Calciumcarbid, wie es aus Calciummetall, Hydrür, Nitrid oder Ammoniakacetylen erhalten wird, bildet weifse, durchsichtige Krystalle [7]). Das auf anderem Wege erhaltene Carbid bildet mehr oder weniger krystallinische Massen und ist hellgrau bis schwarz gefärbt,

---

[1]) C. Limb, D. R.-P. 130664 vom 24. Okt. 1900. — [2]) Frank und Hilbert, D. R.-P. Nr. 92838 vom 19. Sept. 1898; Joudrain, Journ. de Pharm. et de Chim. 1897, 31; Borchers, Jahrbuch der Elektrochemie 4, 268; Billaudot, engl. Patent Nr. 15977/96. — [3]) Jacobsen, D. R.-P. Nr. 77168. — [4]) Moissan, Compt. rend. 127, 918. — [5]) Aschermann, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 246 u. 278. — [6]) Moissan, Compt. rend. 127, 917. — [7]) Derselbe, ebenda 127, 918.

zeigt jedoch auch braune und andere Färbungen. Die Färbungen des Carbides werden durch Verunreinigungen hervorgerufen. Sehr geringe Spuren Eisen z. B. genügen schon, um dem Carbide eine kastanienbraune Färbung zu verleihen.

Calciumcarbid ist in allen Lösungsmitteln, wie Schwefelkohlenstoff, Benzol, Petroleum, Äther etc. unlöslich. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,22. Die Bildungswärme des Carbides Ca (fest) + C_2 (amorph) = CaC_2 ist — 650 cal.[1]) bezw. Ca (fest) + C_2 (Diamant) = CaC_2 (fest) ist — 725 cal. Die specifische Wärme des Carbides ist nicht bestimmt worden. Durch Rechnung aus den Molekularwärmen des Kalkes und der Atomwärme des Sauerstoffs kann die Atomwärme von Calcium gefunden und hieraus und aus der Atomwärme des Kohlenstoffs nach dem Koppschen Gesetz:

$$S_{ca\,c_2} = S_{ca} + 2 S_c$$

die specifische und die Molekularwärme des Carbides berechnet werden. Man findet hierbei folgende Werte:

Temperaturen in Grad C.	spec. Wärme	Molekularwärme
0	0,247	15,92
1000	0,271	18,36
1500	0,296	19,58
2000	0,325	20,80
2500	0,344	22,02
3000	0,363	23,24
3500	0,381	24,42 [2]).

Unter Zugrundelegung dieser Zahlen läfst sich auch der Energieaufwand berechnen, welcher nötig ist, um Carbid nach der in der Technik üblichen Methode aus Kalk und Kohle, nach der Gleichung:

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

herzustellen.

Die Bildungswärme von Kalk, CaO, ist etwa 145 000 cal.[3]), von Kohlenoxyd, C (fest) + O = CO (Gas) ist 26 100 cal.[4]). Diejenige von Carbid bei 3000° ist 3900 cal.[5]). Die nötige Reaktionswärme ist demnach:

$$145\,000 - (26\,100 + 3900) = 115\,000 \text{ cal.}$$

Die Reaktion verbraucht aber viel mehr Wärme, denn sie verläuft nicht bei gewöhnlicher Temperatur, sondern bei einer höheren Temperaturzone, etwa 3000°. Berücksichtigt man die specifische Wärme

[1]) de Forcrand, Compt. rend. 120, 682. — [2]) Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie 6, 430. — [3]) Moissan, Compt. rend. 129, 212. — [4]) Thomsen, Therm. Untersuchungen. — [5]) Gin, Verhandlungen des Budapester Kongresses, S. 141.

von Kalk nach der Formel $S_{CaO} = 11{,}4 + 0{,}001\,t$[1]), so erhält man die Werte[2]):

Temperatur	spec. Wärme	Molekularwärme
0	0,2036	11,4
1000	0,2214	12,4
1500	0,2303	12,9
2000	0,2393	13,4
2500	0,2482	13,9
3000	0,2571	14,4
3500	0,2660	14,9

Für Kohle hat man nach der Formel $s_c = 0{,}355 + 0{,}00006\,t$[3]) die Werte:

Temperatur	spec. Wärme	Atomwärme
0	0,355	4,260
1000	0,415	4,980
1500	0,445	5,340
2000	0,475	5,700
2500	0,505	6,060
3000	0,535	6,420
3500	0,565	6,780

Es ist deshalb notwendig, um die Massen auf die zur Reaktion nötige Temperatur zu bringen, für Kalk

$$14{,}4 \,.\, 3000 = 43\,000 \text{ cal.},$$

für Kohle

$$6{,}48 \,.\, 3 \,.\, 3000 = 57\,780 \text{ cal.}$$

und der Gesamtverbrauch der bei 3000° verlaufenden Reaktion

$$CaO + 3\,C = CaC_2 + CO \text{ beträgt}$$

$$43\,000 + 57\,780 + 115\,000 = 215\,780 \text{ cal.}$$

Bei Benutzung von Elektrizität als Kraftquelle beträgt demnach der Verbrauch derselben pro Molekul (64 g) Calciumcarbid

$$215{,}78 \,.\, 1{,}158 = 249{,}87 \text{ Wattstunden,}$$

d. h. 3900 Kilowattstunden pro Tonne[4]).

Die Herstellung von Carbid bietet ein bequemes Mittel, um die in der Kohle aufgespeicherte Wärmeenergie in einer, zur Benutzung sehr praktischen Form, als Acetylen, zu verwenden.

Die Umwandlung von Kohle in Acetylen erfolgt nach den Gleichungen:

$$1.\ CaO + 3\,C = C_2Ca + CO,$$

$$2.\ CaC_2 + 2\,H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

[1]) Gin, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 160. — [2]) Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie 6, 429. — [3]) Violle, Compt. rend. April 1895. — [4]) Vergl. auch Gin, Verhandlungen des Budapester Kongresses, S. 141; Acet i. Wiss. u. Ind. 2, 100; Sieber, Chem.-Ztg. 31, 308; Compagnie Elektro-Metallurgique, Elektrochem. Ztsch. 1899, 317; Pictet, Le Carbide 1896, 28; Bredel, Dingl. Polyt. Journ. 296, 118.

oder nach der summarischen Reaktion

$$CaO + 3C + 2H_2O = C_2H_2 + CO + Ca(OH)_2.$$

Die thermochemischen Werte sind:

C_2H_2 . . . — 47760 cal.
H_2O . . . + 68460 „
CO . . . . + 29690 „

Demnach sind an Energie für diese Reaktion anzuwenden

$$47760 + 68460 - 29690 = 86530 \text{ cal.}$$

Hierbei werden 26 g Acetylen erhalten, deren Verbrennungswärme 310050 cal. beträgt, demnach werden aus 3 C = 36 g Kohlenstoff, der in die Form des Acetylens übergeführt wird,

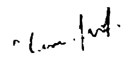
$$310050 - 86530 = 223520 \text{ cal.}$$

erhalten.

Die molekulare Verbrennungswärme von Kohle (amorph) beträgt nach Dulong und Petit 9765 cal., demnach ist die Wärme der angewendeten Kohle 29295 cal., d. h. der Nutzeffekt der Reaktion beträgt theoretisch

$$\frac{223520 . 100}{29295} = 76{,}2 \text{ Proz.}$$ [1]).

Das Leitungsvermögen des geschmolzenen Carbides beträgt $^1/_{480}$ bis $^1/_{630}$ des Quecksilbers. Dasjenige des festen Carbides ist noch geringer [2]). Entsprechend der hohen Bildungstemperatur ist Calciumcarbid gegen Hitze sehr beständig. Es wird nur bei der Einwirkung von Strömen hoher Intensität dissociiert [3]).



Calciumcarbid ist, wie die anderen Acetylenide, sehr reaktionsfähig. Im Fluor erglüht es schon bei gewöhnlicher Temperatur und bildet Fluorcalcium und Fluorkohlenstoff [4]). Trockenes Chlor ist in der Kälte ohne Wirkung. Bei 245° beginnt das Carbid in Chlor zu glühen, es entstehen Chlorcalcium und Kohle; Brom reagiert bei 350°, Joddampf unter Feuererscheinung bei 305° (Moissan).

In Sauerstoff verbrennt Calciumcarbid bei Dunkelrotglut unter Bildung von Calciumcarbonat. Schwefeldampf wirkt bei 500° unter Feuererscheinung und Bildung von Calciumsulfid und Schwefelkohlenstoff ein. Phosphordampf führt Carbid bei Rotglut in Phosphorcalcium über (Moissan). Beim Zusammenschmelzen von Phosphor und Calciumcarbid entsteht ein Produkt, aus dem sich ein selbstentzündendes Gas entwickelt, nach Lidow [5]) eine Verbindung von Acetylen und

---

[1]) Ahrens, Metallcarbide 27; über den praktischen Nutzeffekt siehe Neuberg, Ztsch. f. Calc. u. Acet. **4**, 4, 16, 24. — [2]) Hanekop, Ztsch. f. ang. Chem. **1899**, 593. — [3]) Moissan, Elekt. Ofen, Nachtrag, 6. — [4]) Derselbe, Compt. rend. **118**, 501. — [5]) Journ. d. russ. phys.-chem. Ges. 6./18. Nov. **1897**.

Phosphorwasserstoff. Dieses Gas brennt unter Abscheidung von Rufs und Phosphorsäure.

Stickstoff wird bei 900 bis 1000° von Calciumcarbid absorbiert, als Produkt der Einwirkung erhält man Calciumamidocyanid in quantitativer Ausbeute neben Kohlenstoff [1]):

$$CaC_2 + 2N = CaCN_2 + C.$$

Da aber die Aufnahme von Stickstoff hierbei oft gröfser ist, als der Reaktionsgleichung entspricht und neben Kohle Paracyan nachgewiesen werden kann, aufserdem Calciumcyanid sich in der Masse, wenn auch nur in geringen Mengen, vorfindet, so ist anzunehmen, dafs die Reaktion nach den Gleichungen

$$CaC_2 + 2N = Ca(CN)_2$$
$$Ca(CN)_2 + N = CaCN_2 + CN$$

verläuft.

Für diesen Umstand spricht auch die Erscheinung, dafs man bei Verwendung von Baryumcarbid stets grofse Mengen Cyanid erhält [1]). Viele der wichtigsten Reaktionen des Calciumcarbides beruhen auf der leichten Oxydationsfähigkeit des Carbides. Dieselbe bewirkt, dafs Calciumcarbid unter geeigneten Umständen ein ungemein stark wirkendes Reduktionsmittel ist. Thermochemische Untersuchungen ergeben, dafs im Calciumcarbid das Calcium fast ebenso stark reduzierend wirkt wie Calcium selbst [2]). Die Oxydabilität des Carbides ist gröfser als diejenige des Kohlenstoffs, und deshalb wirkt Carbid reduzierend auch auf die Oxydationsprodukte des Kohlenstoffs ein.

Läfst man über Calciumcarbid bei erhöhter Temperatur Kohlenoxyd oder Kohlensäure einwirken, so tritt eine Oxydation des Carbides ein und Kohlenstoff wird in freiem Zustande abgeschieden. Die Reaktion, welche von Frank und Caro gefunden wurde [3]), verläuft nach folgenden Gleichungen:

$$CaC_2 + CO = CaO + 3C$$
$$CaC_2 + 3CO = CaCO_3 + 4C$$
$$2CaC_2 + CO_2 = 2CaO + 5C$$
$$2CaC_2 + 3CO_2 = 2CaCO_3 + 5C.$$

Diese Reaktionen haben auch technische Anwendung gefunden [4]). Auch die übrigen Carbide zeigen diese Reaktion, so z. B. Baryumcarbid [5]), Lithiumcarbid [6]).

Schmelzender Salpeter wird durch Calciumcarbid reduziert; ver-

[1]) Frank und Caro, Originalmitteilung. — [2]) Campagne, Rev. gén. de Chim. pure et appl. 5, 34. — [3]) Originalmitteilung. — [4]) Frank, D. R.-P. Nr. 112416; vergl. auch weiter unten den Abschnitt „Besondere Anwendungen des Calciumcarbides, Kohlenstoffgewinnung aus Acetylen und Carbid“. — [5]) Frank und Caro, Originalmitteilung. — [6]) Gin, Originalmitteilung.

läuft die Reaktion so, daſs Feuererscheinungen vermieden werden, so bildet sich ausschlieſslich Nitrit:

$$CaC_2 + 5KNO_3 = CaCO_3 + 5KNO_2 + CO_2$$ [1]).

Geschmolzene Chromsäure beginnt bei Berührung mit Calciumcarbid zu glühen und entwickelt Kohlensäure [2]). Die reduzierende Eigenschaft des Calciumcarbides äuſsert sich auch bei der Einwirkung desselben auf Metalloxyde und Metallsalze.

Erhitzt man Calciumcarbid mit Natriumsuperoxyd, so entsteht metallisches Natrium, indem die Reaktion nach folgenden Gleichungen verläuft:

$$7Na_2O_2 + 2CaC_2 = 2CaO + 4Na_2CO_3 + 3Na_2$$

$$2Na_2O_2 + CaC_2 = CaO + Na_2CO_3 + Na_2 + C$$ [3]).

Die Reaktion der Metalloxyde verläuft im allgemeinen nach der Formel:

$$5M_2^1O + CaC_2 = 5M_2^1 + CaO + 2CO_2.$$

Wendet man hierbei Oxyde flüchtiger Metalle an, so wird das reduzierte Metall in reinem Zustande als Destillat erhalten. Aus Oxyden nicht flüchtiger Metalle dagegen erhält man für gewöhnlich Legierungen des betreffenden Metalls mit Calcium.

So z. B. geben Alkalioxyde, Quecksilberoxyd, Arsentrioxyd mit Calciumcarbid freies Alkalimetall bezw. Quecksilber und Arsen, dagegen geben Kupferoxyd und die oxydischen Salze desselben, sowie diejenigen von Silber, Gold, Platin, Zinn, Wismut, Antimon, Cadmium, Nickel und Kobalt, Metall-Kalk-Legierungen, welche zum Teil durch Wasser zersetzlich sind [4]).

Bleiglätte giebt mit Calciumcarbid unter Lichterscheinung metallisches Blei neben Kohlensäure und Calciumoxyd; bei Überschuſs von Calciumcarbid entsteht eine durch Wasser zersetzliche Legierung von Calciumblei [5]).

Borsäureanhydrid wird durch Calciumcarbid im elektrischen Ofen unter Bildung von Borcalcium, B_6Ca, reduziert [6]).

Nimmt man aber anstatt der Metalloxyde Verbindungen von Metallen mit solchen Elementen, welche mit Calcium bei der Reaktionstemperatur unspaltbare Produkte bilden, so erhält man die Metalle in reinem Zustande.

So z. B. liefert Eisenpyrit beim Erhitzen mit Calciumcarbid im elektrischen Ofen Eisen und Calciumsulfid nach der Gleichung:

$$FeS_2 + 2CaC_2 = Fe + 2CaS + 4C.$$

Panatas giebt, in gleicher Weise behandelt, Kupfer und Eisen, von denen letzteres als Verunreinigung in dem Mineral enthalten war. Blei-

---

[1]) Döllner und Jacobsen, vergl. D. R.-P. Nr. 86257. — [2]) Moissan, Compt. rend. **108**, 503. — [3]) Bamberger, Ber. **31**, 451. — [4]) Warren, Chem. News **75**, 2; Tarugi, Gaz. chim. ital. **29**, I, 509. — [5]) Ber. d. städt. Laboratoriums Liverpool, **1898**. — [6]) Geelmuyden, Compt. rend. **130**, 1026.

glanz und Antimonsulfid geben Metalle, die jedoch bei dieser Temperatur destillieren. In gleicher Weise wird Magnesiumsulfid, welches von Kohle nicht zerlegt wird, durch Calciumcarbid zersetzt; Aluminiumsulfid wird auch von diesem nicht angegriffen [1]).

Wendet man bei der Reduktion von Metalloxyden dieselben im Gemisch mit Chloriden an, so verläuft die Reaktion, je nach den angewendeten Temperaturen, welche durch Zusatz von Flufsmitteln, wie Kalium- oder Natriumchlorid, reguliert werden können, nach den Gleichungen:

$$2\,M_2^1O + 2\,M^1Cl + CaC_2 = 3\,M_2^1 + CaCl_2 + 2\,CO$$ [2]),

oder:

$$4\,M_2^1O + 2\,M^1Cl + CaC_2 = 5\,M_2^1 + CaCl_2 + 2\,CO_2$$ [3]).

Auf diese Weise erhält man aus den entsprechenden Verbindungen Kupfer, Blei, Zinn, Zink, Eisen, Chrom, Mangan, Nickel, Silber und Quecksilber.

Benutzt man hierbei Oxyde resp. Chloride verschiedener Metalle, so erhält man direkt Metalllegierungen, so z. B. Neusilber aus Kupfer, Nickeloxyd und Zinkchlorid, Bronze aus Kupferchlorür und Zinnoxyd oder aus Kupferoxyd und Zinnchlorür resp. Chlorid; Messing aus Kupferoxyd und Zinkchlorid oder Zinkoxyd und Kupferchlorür oder Chlorid [4]).

Auch Sulfate und Carbonate geben ähnliche Resultate.

Diese Reaktion läfst die Möglichkeit zu, direkt aus den Erzen, nach genügender Vorbereitung durch Röstung resp. Chlorierung oder Extraktion durch Einwirkung von Calciumcarbid, Metalle zu gewinnen, und ist namentlich dieses Verfahren zur Darstellung von Legierungen geeignet [5]).

Diese Reduktionserscheinungen treten jedoch nur dann auf, wenn Verbindungen solcher Metalle der Einwirkung von Carbid unterworfen werden, welche an sich keine Carbide bilden. Ist das letztere der Fall, so entstehen nicht reine Metalle, sondern deren Carbide, entsprechend der Gleichung:

$$R_{(n)}O + CaC_2 = CaO + R_{(n)}C_2,$$

in welcher R ein beliebiges Metall und n die Zahl der damit in Verbindung tretenden Kohlenstoffatome bedeutet.

Nach diesem Verfahren konnten die Carbide von Aluminium, Chrom, Mangan, Wolfram, Titan und Silicium dargestellt werden [6]). Mit Metallen selbst reagiert das Calciumcarbid nicht [7]).

Eine Kohlung von Eisen tritt bei Einwirkung von Carbid nur in

---

[1]) Geelmuyden, Compt. rend. **130**, 1028. — [2]) Neumann, Chem.-Ztg. **1900**, 1013. — [3]) v. Kügelgen, ebenda **1900**, 1060. — [4]) Neumann, a. a. O. — [5]) Frölich, Acet. i. Wiss. u. Ind. **2**, 312; Ztsch. f. Calc. u. Acet. **3**, 235; **4**, 206. — [6]) Moissan, Compt. rend. **125**, 839. — [7]) Derselbe, a. a. O.

geringem Maſse ein. Eine technische Verwertung als Desoxydations- und Kohlungsmittel in der Fluſseisenfabrikation konnte das Carbid jedoch nicht finden [1]). Antimon giebt mit Calciumcarbid eine krystallinische, calciumhaltige Legierung [2]). Kohlenstoff wird vom geschmolzenen Carbid gelöst, dann aber als Graphit abgeschieden [3]).

So wichtig und interessant alle diese Reaktionen des Carbides sind, so beruht doch die für die Technik wichtigste Reaktion des Calciumcarbides in seinem Verhalten zum Wasser.

Durch Wasser wird Calciumcarbid stürmisch zersetzt nach der Gleichung:

$$CaC_2 + H_2O = CaO + C_2H_2$$

unter Bildung von Acetylen.

Diese Gleichung stellt nur den ersten Teil der thatsächlich vor sich gehenden Reaktion dar. Denn das entstehende Calciumoxyd verbindet sich im Moment seiner Bildung sofort wieder mit Wasser zu Calciumhydroxyd:

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2,$$

so daſs die Einwirkung des Wassers auf Acetylen sich richtigerweise durch die Gleichung:

$$CaC_2 + 2\,H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

darstellen läſst. Diesen Formeln nach sind zur Zersetzung von 64 Teilen Carbid 18 Teile Wasser nötig. Doch verbraucht die Reaktion infolge Bildung von Hydrat mindestens 36 Teile Wasser.

Diese Zersetzung geht unter starker Wärmeentwickelung vor sich, denn bei beiden in Betracht kommenden Reaktionen wird eine groſse Wärmemenge frei, welche für jedes Gramm Carbid etwa 390 cal. beträgt, wie aus folgender Tabelle von Lewes [4]) zu ersehen ist.

Wasser in Gramm	Carbid in Gramm	Temperaturerhöhung in Grad C.	Freiwerdende Wärme in cal.	Wärme in cal. für je 1 g Carbid
1,000	50	17,6	17 600	352
1,000	50	18,4	18 400	368
1,000	50	18,3	18 500	306
1,000	50	18,4	18 400	368
1,000	40	15,6	15 600	390
1,000	40	15,8	15 800	395
1,000	40	15,0	15 000	375
1,000	40	15,5	15 500	387
1,000	30	11,7	11 700	390
1,000	30	10,8	10 800	360
1,000	30	11,8	11 800	393
1,000	30	11,4	11 400	380

[1]) R. Wedding, Stahl und Eisen, 1895, 574. — [2]) Moissan, a. a. O. — [3]) Derselbe, a. a. O. — [4]) Lewes, Handbuch 1900, 350.

Die freiwerdende Wärme ist so grofs, dafs die Reaktion unter Umständen mit Glüherscheinungen verlaufen kann. Unter Berücksichtigung der specifischen Wärme des Kalkoxydes resp. -hydrates und des Acetylens ist theoretisch eine Temperatursteigerung bis 1400° C. möglich.

Die Reaktionsfähigkeit des Calciumcarbides gegenüber Wasser ist eine ungemein grofse. Carbid ist deshalb äufserst hygroskopisch und wird nicht nur von Wasser, sondern auch von Wasserdämpfen und von allen wasserhaltigen Flüssigkeiten und Substanzen zersetzt. So wirken auf Carbid schwache Säuren, wasserhaltiger Alkohol, wässerige Alkalien, Salzlösungen u. s. w. je nach der Konzentration mehr oder weniger heftig unter Acetylenentwickelung ein.

Wasserdampf zersetzt Carbid bei gewöhnlicher Temperatur wie Wasser selbst. Bei Rotglut ist die Einwirkung eine erheblich schwächere.

Konzentrierte Säuren sind bei gewöhnlicher Temperatur ohne Einwirkung auf Carbid, ebenso reiner Äthylalkohol.

Wird dagegen Calciumcarbid mit Alkohol auf 180° erhitzt, so entsteht eine weifse Verbindung, $(CaO)_3\,4\,C_2H_6O$, welche nach wochenlangem Verweilen in die Verbindung $CaO\,C_2H_6O$ (Calciumäthylat) übergeht. Daneben tritt ein Kohlenwasserstoffgemisch auf, welches Acetylen und mindestens noch Methan und ein Olefin enthält [1]).

Weitere Zersetzungsreaktionen des Carbides sind nur wenig untersucht worden. Der Vollständigkeit halber sei die Einwirkung von Amylchlorid auf Carbid erwähnt. Die Reaktion verläuft hauptsächlich unter Bildung von Amylen und Acetylen nach der Gleichung:

$$CaC_2 + 2\,C_5H_{11}Cl = C_2H_2 + 2\,C_5H_{10} + CaCl_2.$$

Das Amylen erhält man in zwei Formen: als α-Methyläthyläthylen und als Trimethyläthylen. Nebenbei erhält man als Kondensations- resp. Zerfallprodukte des Acetylens Benzol, Äthylen, Wasserstoff u. s. w. [2]).

Herstellung des Calciumcarbides in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Allgemeines.

Calciumcarbid wird durch Zusammenschmelzen von Kohle und Kalk dargestellt, und zwar verläuft die Reaktion unter Entwickelung von Kohlenoxyd:

$$CaO + 3\,C = CaC_2 + CO \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

36 Teile Kohle wirken auf 56 Teile Kalk unter Bildung von 64 Teilen Calciumcarbid und 28 Teilen Kohlenoxyd ein. Ob diese

---

[1]) de Forcrand, Compt. rend. **119**, 1266. — [2]) P. Lefebvre, Chem.-Ztg. **1900**, 341.

Reaktion direkt geschieht oder stufenweise, ist nicht mit Sicherheit festzustellen. Das Auftreten von freiem Calcium im Carbid, dessen Anwesenheit zuerst von Dr. Wolff angenommen wurde [1]) (solches Carbid entwickelt mit Wasser neben Acetylen auch Wasserstoff), macht es wahrscheinlich, dafs Reaktion (1), mindestens teilweise, nicht direkt, sondern in zwei Stufen verläuft, nämlich:

$$CaO + C = CO + Ca \quad \ldots \ldots \quad (2)$$
$$Ca + 2C = CaC_2 \quad \ldots \ldots \quad (3)$$
$$\overline{CaO + 3C = CaC_2 + CO} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

Die Reaktion zwischen Kohle und Kalk tritt erst bei so hoher Temperatur ein, dafs dieselbe in gewöhnlichen Öfen nicht erreichbar ist, sondern nur im elektrisch geheizten Ofen. Die für Herstellung von prima Calciumcarbid erforderliche Temperatur schätzt man auf 2800 bis 3500° C., also ungefähr doppelt so hoch wie die für die Eisendarstellung notwendige. Bei dieser Temperatur ist der Kalk schon längst flüssig [Schmelzpunkt etwa 2400° (?)], und die Kohle löst sich darin unter Entwickelung von Kohlenoxyd, ganz ähnlich wie Eisen sich bei gewöhnlicher Temperatur unter Entbindung von Wasserstoff in Salzsäure löst. Wie es scheint, ist es hauptsächlich Reaktion (2), die eine so hohe Temperatur erfordert, Reaktion (3) dagegen findet auch bei niedrigerer Temperatur statt. Calcium und Kohle wirken nämlich schon bei Rotglut unter Bildung von Calciumcarbid aufeinander ein [2]). Wenn die äufseren Verhältnisse günstig sind, findet übrigens auch die Reaktion (2) wahrscheinlich schon bei bedeutend niedrigerer Temperatur statt, obschon viel langsamer [3]). Je inniger Kalk und Kohle in Berührung miteinander kommen, desto eher trifft dies zu. So setzt sich z. B., wenn man einen frisch dargestellten Carbidblock langsam abkühlen läfst, die Kohlenoxydbildung und damit die Reaktion (2) stundenlang fort, auch noch nach Abstellung des elektrischen Stromes [4]).

Die Bildungswärme des Calciumcarbides ist aber nicht weit entfernt von der Dissociationstemperatur desselben. Reaktion (3) ist nämlich umkehrbar, verläuft also je nach den obwaltenden Umständen folgendermafsen:

$$Ca + C_2 \rightleftarrows CaC_2 \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

Bei verhältnismäfsig niedriger Temperatur herrscht die Carbidbildung vor; je höher dieselbe indessen steigt, desto mehr kommt die umgekehrte Reaktion zum Vorschein, d. h. desto mehr schon dargestelltes Carbid wird dissociiert. Das freie Calcium verdampft dabei

---

[1]) Vergl. hierzu weiter unten in dem Abschnitt „Verunreinigungen des technischen Acetylens" die Untersuchungen von v. Knorre und Arndt, sowie die neueren Untersuchungen von Gin in Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 33. — [2]) Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie 1900, 32, 417; Moissan, Ref. von Daneel in Ztsch. f. Elektrochemie 1902, 3, 47. — [3]) Carlson, a. a. O., Kiesewalter u. a. — [4]) Carlson, a. a. O.; Frölich, Ztsch. f. Elektrochemie 1900, 19.

und verbindet sich in den oberen Teilen des Ofens mit dem Luftsauerstoff. Dabei hinterläfst es im Ofen einen an Kohle reichen Rückstand. Sogar in kleineren Öfen für nur 100 Ampère läfst sich diese Dissociation nachweisen und Grauer hat in drei Öfen mit zusammen 150 Kilowatt 72 kg Carbid in $2^1/_2$ Stunden vollständig verschwinden lassen [1]). Diese Dissociation kann also in so grofsem Umfange stattfinden, dafs es einfach eine Lebensbedingung für die Carbidfabriken ist, dieselbe durch Niedrighalten der Temperatur möglichst zu verhindern. Eine niedrige Temperatur ist ja auch schon mit Rücksicht auf eine gute Wärmeökonomie wünschenswert.

Vorgänge bei der Carbidschmelze.

Wenn bei der Carbidfabrikation die Mischung von Kalk und Kohle elektrisch erhitzt wird, schmilzt zuerst der Kalk, er wird dünnflüssig und die darin suspendierten Kohlestückchen fangen an, sich unter Carbidbildung zu lösen. Sobald aber der Carbidgehalt eine gewisse Grenze überschritten hat, wird die Schmelze immer dickflüssiger und damit die Reaktion träger. Die Temperatur mufs also gesteigert werden, und zwar um so mehr, je hochprozentigeres Carbid gewonnen werden soll. Um sehr hochprozentiges Carbid darzustellen, mufs also die Temperatur sehr hoch getrieben werden, was schon an und für sich eine verschlechterte Wärmeökonomie bedeutet. Dazu kommt aber, was von noch gröfserer Bedeutung ist, dafs die schon erwähnte Carbiddissociation mit steigender Temperatur immer mehr hervortritt. Es ist infolgedessen vom wirtschaftlichen Standpunkte nicht vorteilhaft, allzu hochprozentiges Carbid darzustellen; 100 prozentiges Carbid, wovon 1 kg bei 0° und 760 mm Barometerstand 348,9 Liter Acetylen liefert, wird auch überhaupt nicht dargestellt. Als prima Calciumcarbid gilt vielmehr nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins [2]), die im Handel allgemein anerkannt sind, solches mit 77,5 Proz. Reincarbid. Davon liefert 1 kg bei + 15° C. und 760 mm 290 Liter Acetylen.

Das technische Carbid, das also durchaus keinen einheitlichen Körper darstellt, wird beim Schmelzen nicht direkt dünnflüssig, schmilzt also nicht wie Eis, sondern wie Glas, Schlacken, Wachs u. dergl. Es wird erst zähflüssig [bei etwa 2800° (?)] und dann erst bei bedeutend höherer Temperatur [etwa 3500° (?)] dünnflüssig. Schmelzwärme und specifische Wärme [3]) scheinen nicht sehr grofs zu sein, da das geschmolzene Carbid sehr schnell erstarrt.

Kalk und Kohle sind beide in Carbid löslich. Flüssiger Kalk und Carbid sind in jedem Verhältnisse miteinander mischbar, scheinen nach dem Erstarren eine feste Lösung zu bilden und können zusammen

---

[1]) Vortrag auf der zweiten Hauptversamml. d. D. Acetylenvereins in Düsseldorf 1900, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 223. — [2]) Vergl. diese weiter unten. — [3]) Vergl. auch Seite 17.

auskrystallisieren. Kohlenstoff ist nur bis zu einer gewissen Grenze im Carbid löslich und krystallisiert mindestens teilweise nach dem Erstarren wieder aus.

Die Rohstoffe.

Über die zur Carbiddarstellung benutzten Rohstoffe und deren Eigenschaften ist folgendes zu sagen[1]):

Der Kalk mufs hochprozentig sein und etwa 95 bis 98 Proz. Calciumoxyd, CaO, enthalten. Von Fremdstoffen ist besonders Magnesia, MgO, schädlich, da sie die Auflösung der Kohle in dem flüssigen Kalk erschwert. Aus Kalk mit mehr als 2 Proz. Magnesia läfst sich nur niedrigprozentiges Carbid darstellen. Die Ursache hierfür ist noch nicht völlig klargelegt, man vermutet aber nicht ohne Grund, dafs die Magnesia, welche kein Carbid bildet, die im geschmolzenen Kalk schwimmenden Kohleteilchen mit einer schützenden Haut umgiebt. Bei Verwendung von magnesiahaltigem Kalk empfiehlt es sich, die Kohle feiner zu zerkleinern als gewöhnlich, um dem Kalk eine möglichst grofse Angriffsfläche zu bieten. Aus Kalk mit viel Kieselsäure, SiO_2, läfst sich ebenfalls schwer hochprozentiges Carbid darstellen. Ein hoher Gehalt an Alkalien ist ebenfalls schädlich, da dieselben während der Schmelzung verdampfen und die Elektroden stark angreifen. Wahrscheinlich entstehen hierbei vorübergehend Alkalicarbide (bei 350 bis 400°), die sehr unbeständig sind und von selbst bei höherer Temperatur (500°) wieder zerfallen. Ein zu hoher Eisengehalt kann bei gewissen Ofenkonstruktionen lästig werden. Ein aus schwefel- oder phosphorhaltigem Kalk dargestelltes Carbid liefert ein unreines, schwefelwasserstoff- und phosphorwasserstoffhaltiges Acetylen und ist deswegen solcher Kalk nicht zu verwenden.

Aber nicht jede Kalksorte, die nach der Analyse frei ist von schädlichen Beimengungen, ist für die Carbidfabrikation geeignet. Wie weit dies der Fall ist, läfst sich erst durch praktische Schmelzversuche endgültig feststellen. Zweifelsohne spielt hierbei die physikalische Beschaffenheit des Kalkes u. s. w. eine nicht zu unterschätzende Rolle. Obschon Kalk zu den verbreitetsten Mineralien gehört, müssen viele Carbidfabriken ihren Kalk aus weit entfernten Bezugsquellen beziehen, was eine Erklärung in den hohen Anforderungen findet, die man an seine Beschaffenheit stellen mufs. Da selbst geringe Mengen Kohlensäure und Wasser auf den Schmelzprozefs sehr nachteilig einwirken, mufs der Kalk sehr gut durchgebrannt und gleich verwendet werden, damit er nicht erst wieder Wasser und Kohlensäure aus der Luft aufnimmt. Auch die Kohle mufs, da sonst bei dem Mischen von Kalk und Kohle Kalkhydroxyd entsteht, im trockenen Zustande verwendet werden.

[1]) Vergl. auch das nächste Kapitel.

Als Kohlenmaterial kann jede reine hochprozentige Kohle zur Verwendung kommen (Holzkohle, Anthracit, Koks, Retortengraphit). Die Kohle darf aber nur wenig Asche enthalten (max. 5 bis 7 Proz.), soweit diese nicht aus Kalk besteht. Schwefel und Phosphor sind selbstverständlich auch hier von nachteiligem Einflufs. Der Verkokungsverlust darf bei Anthracit nicht zu hoch sein. Übrigens gilt bei der Kohle ebenso wie beim Kalk, dafs die Analyse nicht allein Aufschlufs über die Verwendbarkeit zur Carbiddarstellung geben kann. Auch hier sind die praktischen Schmelzversuche ausschlaggebend.

Zerkleinerung und Mischung der Rohstoffe.

Ehe Kalk und Kohle zu Carbid verschmolzen werden können, müssen sie auf geeignete Korngröfse zerkleinert und miteinander gemischt werden. Die maschinellen Einrichtungen der Zerkleinerungs- und Mischanlage unterscheiden sich kaum von den sonst in der Industrie vorkommenden Anlagen zur Zerkleinerung und Mischung von Mineralien. Es werden also Brechmaschinen von verschiedenen Typen, Kollergänge, Kugelmühlen, Siebvorrichtungen, Flügel-, Tonnenmischmaschinen u. s. w. von bekannter Bauart verwendet. Viel mehr Interesse bietet die Frage, wie weit die Zerkleinerung der Rohstoffe getrieben werden soll, ob es vorteilhafter ist, mit staubfein vermahlener oder mit gröblich zerkleinerter Kalk-Kohle-Mischung zu arbeiten. Von vornherein würde man wohl das gröblich zerkleinerte Material vorziehen, weil es billiger herzustellen ist, weniger Veranlassung zu Staubbildung bei der Schmelzung giebt und verschiedene andere betriebstechnische Vorteile bietet[1]). Die Zerkleinerungs- und Mischmaschinenanlage wird auch bei Verwendung von grobkörnigerem Material billiger im Bau und Unterhalt. Wenn trotzdem die Rohstoffe in vielen Fabriken fein gemahlen zur Verwendung kommen, so hat das wohl teilweise seinen Grund darin, dafs die feine Vermahlung und innige Vermischung lange als eine unerläfsliche Vorbedingung zur Erreichung einer hohen Ausbeute an gutem Carbid angesehen wurde, zumal die praktische Erfahrung diese Ansicht zu bestätigen schien. Weil nämlich in einigen Fällen die feine Verteilung der Rohstoffe sich vorteilhaft erwies, meinte man, dafs eine solche immer erfolgen müsse und durch die Natur des Schmelzprozesses selbst bedingt wäre. Dies trifft aber nicht zu. Im Gegenteil! Wie oben bereits erwähnt, zeigt grobgekörntes Rohmaterial sogar gewisse Vorteile vor dem fein gemahlenen. Für einige Ofenkonstruktionen eignet sich dagegen das letztere besser, da man in diesen überhaupt nur bei Benutzung feingepulverter Rohstoffe regelmäfsig arbeiten kann. Ferner mufs in Fabriken, wo Kalk mit verhältnismäfsig hohem Magnesiagehalt verschmolzen wird, wie erwähnt, die Kohle

---

[1]) Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie 1899, 23, 324.

feiner pulverisiert werden als dort, wo ein fast magnesiafreier Kalk zur Verwendung kommt. Wie weit man überhaupt bei der Zerkleinerung gehen soll, lässt sich nur durch praktische Versuche bestimmen. In vielen Fabriken werden die Rohstoffe, wie gesagt, staubfein vermahlen, in anderen wieder wird der Kalk nur bis auf Hühnereigröſse zerkleinert und die Kohle in walnuſsgroſsen Stücken verwendet.

Das Verhältnis zwischen Kalk und Kohle in der Mischung dieser Rohstoffe schwankt ebenfalls nicht wenig in den verschiedenen Fabriken. Zum Teil ist dies von den Eigenschaften der verwendeten Rohstoffe selbst abhängig. Je hochprozentiger diese sind, desto weniger wird davon verbraucht; je leichter verbrennbar die Kohle ist, desto mehr ist davon erforderlich. Besonders muſs dieses zutreffen, wenn, wie es bei manchen Holzkohlesorten der Fall ist, die Kohle mechanisch Sauerstoff gebunden hat, und infolgedessen ein Teil der Kohle beim Erhitzen, selbst unter Luftabschluſs, verbrennt. Von Holzkohle muſs deswegen gewöhnlich 10 bis 20 Proz. mehr verwendet werden, als von anderen Kohlesorten. In Öfen, wo die warme, noch nicht verschmolzene Kalk-Kohle-Mischung der oxydierenden Wirkung der Luft ausgesetzt ist, muſs selbstverständlich ein von Anfang an kohlereicheres Material verwendet werden. Das Rohmaterial muſs kalkreicher gemacht werden, wenn das Carbid in den Öfen sehr hoch erhitzt wird, die Dissociation und damit die Verdampfung des Calciums und Kalkes also stark hervortreten. Bei Festlegung des Mischungsverhältnisses muſs auch berücksichtigt werden, daſs im technischen prima Carbid nur 77,5 Proz. Reincarbid vorhanden zu sein brauchen. Die übrigen 22,5 Proz. bestehen hauptsächlich aus Kalk, sowie ferner aus den zurückbleibenden Verunreinigungen der Rohstoffe und etwas Kohle. Selbst wenn das Carbid bei der Zersetzung mit Wasser einen ganz weiſsen Kalkrückstand liefert, enthält es doch freie Kohle und zwar dürfte kaum Carbid mit weniger als 1 Proz. freier Kohle hergestellt werden. Oft steigt der Gehalt an Kohle bedeutend höher, was entweder auf die erwähnten schlechten Eigenschaften der Rohstoffe oder auf eine mangelhafte Leitung des Betriebes zurückzuführen ist. Die Darstellung von Carbid, dessen Gehalt an Nichtcarbid hauptsächlich aus Kalk besteht, ist nämlich technisch wie wirtschaftlich vorteilhafter als die Fabrikation von Carbid mit überschüssiger Kohle. Einerseits ist nämlich der Kalk gewöhnlich billiger als die Kohle, andererseits macht ein Überschuſs an Kalk das Carbid leicht flüssiger und erniedrigt den Schmelzpunkt. Bei Kohleüberschuſs dagegen wird das Carbid dickflüssig, so daſs die Ofentemperatur höher getrieben werden muſs. Es soll also nur soviel Kohle in der Mischung der Rohstoffe vorhanden sein, dass sich ein Carbid von gewünschtem Prozentgehalt ergiebt, und diese Kohle soll, soweit möglich, vollständig verschmolzen werden. Durch Änderung der Kohlemenge kann man also die Beschaffenheit des Produktes regeln. Wieviel Kohle in jedem Falle verwendet werden soll, läſst sich endgültig

nur durch den Versuch feststellen. Auf 100 Teile Kalk kommen in den verschiedenen Fabriken 54 bis 75 Teile Kohle zur Verwendung.

Herstellung von Carbid ohne Benutzung von Elektrizität.

Wie schon gesagt, wird Calciumcarbid nur im elektrischen Ofen dargestellt. Zwar hat man versucht, die für den Carbidschmelzprozefs nötige hohe Temperatur auch auf andere Weise zu gewinnen, aber bis jetzt ohne Erfolg. Borchers [1]) hat z. B. gezeigt, dafs mit sauerstoffreicher flüssiger Luft und geeigneten Brennmaterialien eine so hohe Temperatur zu erreichen ist, dafs sich Carbid bilden kann. Wenn aber die Verbrennung auch unter Druck geschehen würde, dürfte doch die Dissociation der Verbrennungsprodukte für die praktisch erreichbare Temperatur eine Grenze setzen, die kaum höher als bei 2500° liegen dürfte. Hochprozentiges Carbid dürfte aber bei dieser Temperatur nicht darzustellen sein. Die flüssige Luft ist vorläufig auch nicht so billig zu haben, dafs dieses theoretisch sehr interessante Verfahren mit dem elektrischen konkurrenzfähig wird.

Die elektrischen Öfen.

Auf die einzelnen Ofenkonstruktionen, deren Zahl sehr grofs ist, näher einzugehen, fällt nicht innerhalb des Rahmens dieses Handbuches. Wir müssen uns damit begnügen, die beim Bau elektrischer Öfen mafsgebenden Grundprinzipien darzustellen. Die Schwierigkeiten beim Bau elektrischer Öfen sind nicht gering. Einerseits hat man mit so hohen Temperaturen zu rechnen, dafs dabei die sonst zum Ofenbau verwendeten Materialien flüssig werden, andererseits werden die bei gewöhnlicher Temperatur elektrisch isolierenden Körper für den Strom leitend. Dieses macht sich besonders bei einigen der unten zu beschreibenden Ofentypen unangenehm bemerkbar. Als Baumaterialien für die besonders hoch erhitzten Teile der Öfen haben sich Magnesia, Bauxit und Kohle eingebürgert, welche indessen alle bei der fraglichen Temperatur den Strom leiten, Magnesia, sowie Bauxit sind ziemlich leicht schmelzbar, obschon etwas träger als Calciumcarbid. Die Ofenkonstrukteure haben nun in vielen Fällen die Schmelzbarkeit und Leitungsfähigkeit für den elektrischen Strom dadurch beseitigt, dafs die Ofenwände vor der Einwirkung der Wärmequelle durch eine Schicht noch ungeschmolzener Rohstoffe geschützt werden. In anderen Öfen versucht man die Wände auf einer niedrigen Temperatur durch Wasserkühlung [2]), bezw. Luftkühlung u. s. w. [3]) zu halten.

Ein anderer wichtiger Punkt bei der Ofenkonstruktion ist die

---

[1]) D. R.-P. Nr. 103148. — [2]) Aluminium-Industrie A. G. Neuhausen, D. R.-P. Nr. 101505; Eldridge Clark & Blum, U. S. A. Patent Nr. 625252. — [3]) Z. B. bei den Widerstandsöfen der Société des Carbures métalliques, D. R.-P. Nr. 101832.

Stromzuführung, die durch grofse Kohlenblöcke geschieht. Oft bildet die eine „Elektrode“, wie man die Kohlenblöcke gewöhnlich, wenngleich nicht ganz richtig (eine Elektrolyse findet nicht statt, nur eine Schmelzung) nennt, zugleich den Ofenboden. In der ersten Zeit der Carbidindustrie bot die Beschaffung guter Elektroden von genügender Gröfse erhebliche Schwierigkeiten. Nunmehr kann man solche von vorzüglichster Beschaffenheit bis zu Gröfsen von 1800:400:400 mm von mehreren Specialfabriken beziehen. In sehr grofsen Öfen werden oft mehrere solcher Elektroden verwendet. Gute Elektroden sollen dem elektrischen Strom möglichst wenig Widerstand bieten[1]), dicht und ohne Sprünge sein, einen metallischen Klang besitzen und schliefslich auch der oxydierenden Wirkung der Luft, selbst bei höherer Temperatur, gut widerstehen können. Dagegen ist bei der Carbiddarstellung ein geringer Aschengehalt nicht von grofser Bedeutung.

Obschon elektrischer Gleichstrom für die Carbiddarstellung verwendbar ist und verwendet wird, zieht man gewöhnlich Wechselstrom vor. Die Öfen werden in der Regel für Einphasenstrom gebaut, können aber auch für Mehrphasenstrom konstruiert werden[2]). Spannungen von 33 bis 90 Volt kommen gewöhnlich zur Verwendung. Damit die Kraft stets gleichmäfsig ausgenutzt werden kann, mufs also die Stromstärke bei der ein- für allemal gegebenen Spannung konstant gehalten werden. Wenn der Ofenwiderstand konstant ist, was annähernd bei einigen Widerstandsöfen der Fall ist, ist oben genannte Bedingung von selbst erfüllt. Bei den meisten Ofenkonstruktionen mufs man aber die eine Elektrode beweglich aufhängen, so dafs durch Bewegung derselben der Ofenwiderstand nach Bedarf vergröfsert oder verkleinert werden kann. Diese Regulierung des Ofenwiderstandes kann auch automatisch durch elektrisch getriebene Vorrichtungen ausgeführt werden.

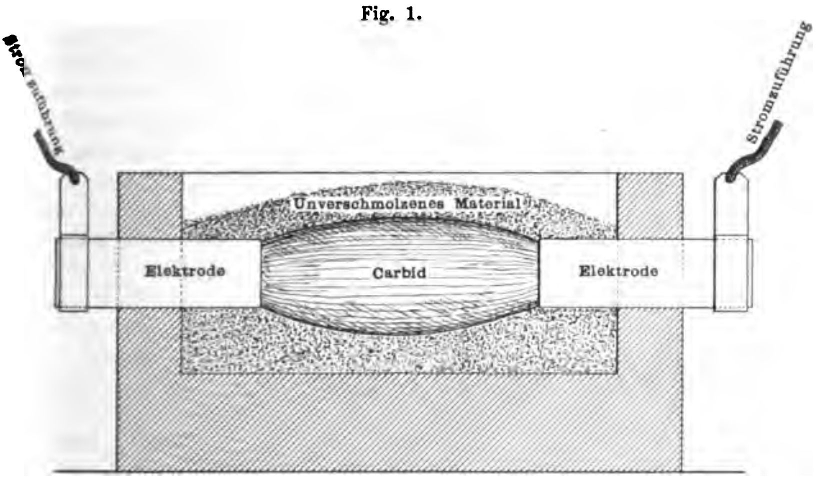
Die vielen elektrischen Ofentypen lassen sich alle in zwei Hauptgruppen einreihen. Die Wärmeentwickelung wird nämlich entweder mittels eines elektrischen Lichtbogens oder durch einen in den Stromkreis eingeschalteten Widerstand hervorgebracht. Zuerst wollen wir uns mit Öfen letzterer Art, den sogenannten Widerstandsöfen, beschäftigen.

Wenn der elektrische Strom einen Leiter passiert, wird bekanntlich Wärme entwickelt, und zwar, wie von Joule gezeigt wurde, ist die Wärmemenge[3]) $W = c. w. J^2$. Wenn also irgendwo in den Stromkreis ein Körper eingeschaltet wird, der dem Stromdurchgange grossen Widerstand leistet, erfolgt eine starke Wärmeentwickelung. Bei den elektrischen Widerstandsöfen wird nun oben zwischen den Elektroden ein solcher Widerstandskörper eingeschaltet. Als Widerstandskörper kann das geschmolzene Carbid selbst dienen, da es auch im geschmol-

[1]) Schlecht leitende Kohlenelektroden erwärmen sich und brennen deswegen leichter ab. — [2]) Z. B. Öfen von Bertolus, Engl. Patent Nr. 16942 und Memmo. — [3]) c = konstant, w = Widerstand des Leiters und J = Stromstärke.

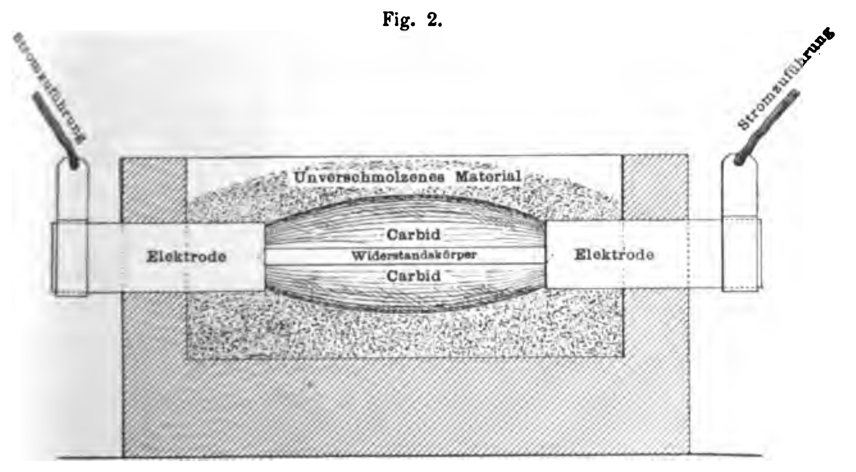
zenen Zustande den Strom ziemlich schlecht leitet[1]). Das Prinzip dieser Öfen wird in Fig. 1 veranschaulicht. So arbeitet z. B. der Ofen

Fig. 1.



von der Société des Carbures métalliques[2]). Als Widerstandskörper wird auch oft ein Kohlenstab von der gleichen Beschaffenheit wie die Elektrodenkohle, aber von bedeutend kleinerem Querschnitt, eingeschaltet[3]) (Fig. 2).

Fig. 2.



Oft arbeiten die Öfen bei Inbetriebsetzung mit Kohlenwiderstand, später aber mit Carbidwiderstand.

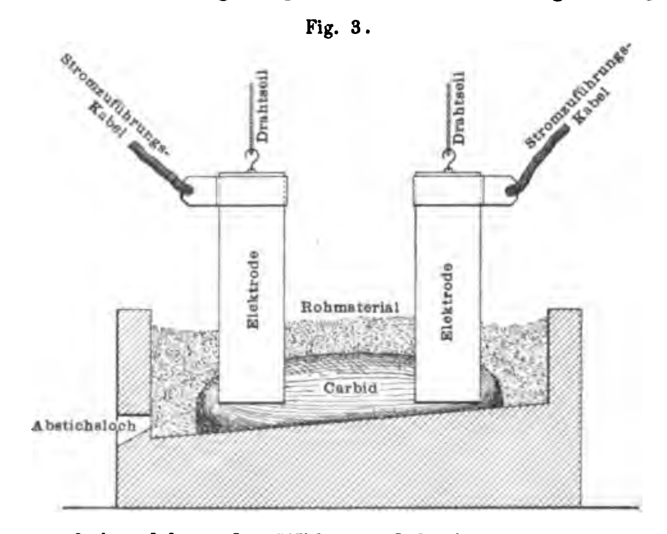
Wenn die Elektroden durch die Ofenwände oder durch den Boden eingeführt werden, kann man dieselben so anbringen, dafs sie durch

[1]) Widerstand etwa $1/3$ bis $1/2$ Ohm pro Kubikcentimeter. — [2]) D. R.-P. Nr. 101 832. — [3]) Im Prinzip wurde dieser Ofentypus 1891 von Borchers angegeben.

das Carbid, bezw. die ungeschmolzenen Rohstoffe, vor der Luft geschützt werden. Da der Elektrodenabbrand hauptsächlich von der oxydierenden Einwirkung der Luft herrührt, arbeiten solche Öfen mit einem verhältnismäfsig kleinen Elektrodenverbrauch. Die Elektroden können deswegen festgelegt werden, und kann man dadurch die sonst für die Stromregulierung nötige Mannschaft sparen. Beim Bau und bei der Konstruktion der Öfen sind indessen so viele technische Schwierigkeiten zu überwinden, dafs Öfen dieser Art, die den Typus der wirklichen, idealen Widerstandsöfen darstellen, bis jetzt nur wenig Eingang gefunden haben. Auch haften ihnen verschiedene Nachteile an, welche ihre Verwendung bei weitem nicht so vorteilhaft gestalten, wie man auf Grund theoretischer Erwägungen annehmen könnte.

Viele Konstrukteure vermeiden die Schwierigkeiten bei dem oben beschriebenen Widerstandsofentypus dadurch, dafs sie die eine oder beide Elektroden von oben in den Ofen einhängen. Werden beide Elektroden von oben eingehängt, so entsteht der in Fig. 3 dargestellte

Fig. 3.

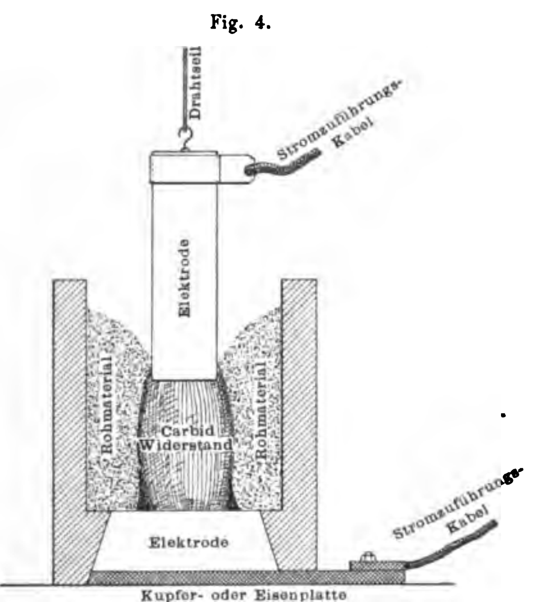


Ofentypus, bei welchem der Widerstand horizontal angeordnet ist[1]). Wird nur eine Elektrode von oben eingehängt, so wird der Ofen oft in der Weise ausgebildet, wie dies Fig. 4 zeigt. Der Widerstand ist vertikal und die Ofensohle bildet die andere Elektrode[2]). Eine Mittelform von den Typen 3 und 4 bildet der Ofen von La Volta suisse und Bovy[3]). Diesen Ofentypen ist der Übelstand gemeinsam, dafs die Kohle von dem aufsteigenden brennenden Kohlenoxyd, sowie durch Strahlung teilweise sehr hoch erhitzt und deswegen von der umgeben-

[1]) Z. B. der Ofen von Keller, Compt. rend. du III. Congrès de L'Acetylene, S. 174. — [2]) Z. B. Ofen von Gin & Leleux, Jahrb. der Elektrochemie 1900, 519. — [3]) D. R.-P. Nr. 101757.

den Luft schnell angegriffen wird. Man hat zwar versucht, die Elektroden durch Vorbeisaugen von grofsen Mengen kalter Luft abzukühlen, was auch eine thatsächliche Verbesserung und Verminderung des Elektrodenverbrauchs zur Folge hat [1]). Ganz vermeiden läfst sich indessen die Verbrennung der Elektroden doch nicht, und müssen sie deswegen beweglich aufgehängt werden, so dafs man die Verbrennung kompensieren kann. Diese bewegliche Aufhängung der Elektroden ist auch noch deshalb erforderlich, weil durch das aus der Schmelze entweichende Kohlenoxyd eine wallende Bewegung des geschmolzenen Carbides und damit stetige Widerstandsänderungen entstehen. Auch die während einer Schmelzperiode immer zunehmende Carbidmenge verursacht natürlich eine Widerstandsänderung. In dem in Fig. 3 dargestellten Ofentypus können die Elektroden teils wagerecht (um den Widerstand zu regulieren), teils senkrecht (um den Elektrodenabbrand zu kompensieren) bewegt werden. Bei Widerstandsöfen mit vertikalen Elektroden dürfte die Entstehung eines Lichtbogens nie vollständig zu vermeiden sein, und stehen besonders Öfen der in Fig. 4 dargestellten Art auf dem Übergange zu den Lichtbogenöfen, welche ihrerseits oft während längerer Perioden als Widerstandsofen ohne Lichtbogen arbeiten.

Fig. 4.



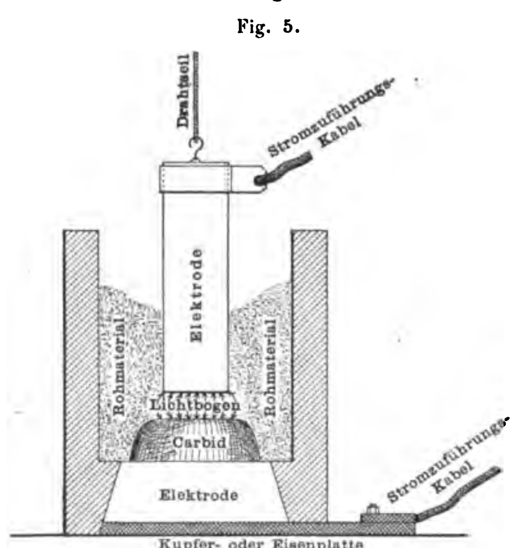
Die gewöhnlichste Form der Lichtbogenöfen zeigt Fig. 5 (a. f. S.). In einen Tiegel, dessen aus Kohle dargestellter, mit Carbid bedeckter Boden zugleich die eine Stromzuleitung bildet, wird eine Elektrode eingehängt [2]). Zwischen der letzteren und dem Carbid arbeitet ein elektrischer Lichtbogen, der in nichts, aufser der Gröfse, sich von den in den gewöhnlichen elektrischen Bogenlampen befindlichen unterscheidet. Die obere Elektrode mufs hier wie bei den in Fig. 3 und 4 dargestellten

[1]) Ofen von Gin & Leleux. — [2]) Öfen von Siemens, Willson, Bullier, Rathenau, Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt, Schuckert u. s. w.

Ofentypen beweglich aufgehängt werden. In den Lichtbogenöfen dieser Art findet die eigentliche Wärmeentwickelung innerhalb eines streng begrenzten Gebietes statt; nämlich in dem Lichtbogen selbst. Doch wird beim Durchgange des Stromes durch schon fertiges Carbid, das hier gerade wie in den Widerstandsöfen als ein Widerstandskörper auftritt, auch Wärme entwickelt, die ebenfalls dem Carbidschmelzprozeſs zu Gute kommt.

Die Lichtbogentemperatur würde zu hoch steigen, wenn sie nicht durch Zufuhr passender Mengen Kalk-Kohle-Mischung auf der richtigen Höhe gehalten würde. Zweckmäſsige Regelung der Materialzufuhr ist also eine der ersten Aufgaben des Ofenkonstrukteurs.

Fig. 5.



Wiederholt wurde behauptet, daſs die Lichtbogentemperatur und die Temperatur der Elektrodenenden, zwischen welchen der Lichtbogen entsteht, von stets gleichmäſsiger, unveränderlicher Höhe wären, und zwar soll die Temperatur der Elektrodenenden mindestens gleich sein der Siede- oder Verdampfungstemperatur des Kohlenstoffs. Violle z. B. will beweisen, daſs ein Lichtbogen von 10 Ampère dieselbe Temperatur haben soll, wie ein solcher von 1000 bis 1200 Ampère. Viele Forscher, wie Becquerel, Rosetti, Gray, Violle u. a. m., haben die Lichtbogentemperatur bestimmt, aber merkwürdigerweise alle verschiedene Resultate bekommen. Man hat dies mit der Schwierigkeit der Messung begründet. Weit mehr Wahrscheinlichkeit hat indessen die Annahme für sich, daſs die Temperatur der verschiedenen untersuchten Lichtbogen in der That nicht dieselbe gewesen ist. Wenn sie wirklich der Siedetemperatur des Kohlenstoffs entsprechen würde, müſste sich dabei jedenfalls eine gröſsere Menge des letzteren verflüchtigen. Entweicht nur wenig Kohlenstoff in Dampfform, so würde das beweisen, daſs entweder dem Kohlenstoff eine unmöglich hohe Verdampfungswärme zukäme, oder, was natürlicher ist, daſs die Lichtbogentemperatur nicht von der Siedetemperatur des Kohlenstoffes bedingt wird. Die Erfahrung zeigt nun, daſs die Verdampfung des Kohlenstoffes eine ganz geringe ist. So ist z. B. bei den gewöhnlichen Dauerbogenlampen, wie auch bei Lichtbogen von der in

der Carbidindustrie angewandten Gröfse, wenn nur bei Luftabschlufs gearbeitet wird, der Elektrodenverbrauch verschwindend klein. Er wird, wovon man sich leicht überzeugen kann, hauptsächlich durch Angriffe der Luft und sonstiger Oxydationsmittel verursacht, die sich ungeachtet aller Vorsichtsmafsregeln nie völlig ausschliefsen lassen. Beschäftigt man sich mit der Darstellung schwer schmelzbarer Körper im elektrischen Lichtbogen, so wird man oft auf solche Körper stofsen, die sich in Lichtbogen von kleineren Intensitäten nicht verschmelzen bezw. darstellen lassen. Sobald aber die Stromstärke vergröfsert wird, verschwinden die Schwierigkeiten. Moissan[1]) hat dies in mehreren Fällen beobachtet und Verfasser dieses kann das aus seiner praktischen Erfahrung heraus nur voll und ganz bestätigen. Da bei der Carbiddarstellung, wie wir oben gesehen haben, die Temperatur weder zu niedrig noch zu hoch sein darf, ist es von einschneidender Bedeutung, die auf die Temperatur des Lichtbogens einwirkenden Faktoren kennen zu lernen. Im allgemeinen steigt die Temperatur eines Körpers mit der Wärme- bezw. Energiezufuhr, sinkt aber bei Zunahme der Möglichkeit, dieselbe nach aufsen wieder abzugeben und wird konstant, sobald Gleichgewicht zwischen Zufuhr und Abgabe von Energie eingetreten ist. Wächst die Wärmezufuhr, so steigt die Temperatur, bis die mit der gestiegenen Temperatur ebenfalls vergröfserte Energieabgabe wieder mit der Zufuhr ins Gleichgewicht kommt. Die Temperatur ist bekanntlich:

$$= \frac{\text{Wärmeinhalt}}{\text{Gewicht} \times \text{spec. Wärme}} \text{ eines Körpers,}$$

oder anders ausgedrückt:

$$= \frac{\text{Wärmeinhalt}}{\text{Volumen} \times \text{spec. Gew.} \times \text{spec. Wärme}}.$$

Für einen und denselben Körper kann man diesem Ausdruck folgende annähernd richtige Form geben:

$$\text{Temperatur} = \frac{1}{\text{konstant}} \times \frac{\text{Wärmeinhalt}}{\text{Volumen}}.$$

Dies gilt nun auch bei den elektrischen Lichtbogen. Je gröfser die unter sonst gleichen Verhältnissen dem Lichtbogen zugeführte Energiemenge ist, desto mehr wächst sein Wärmeinhalt pro Einheitsvolumen, desto höher steigt seine Temperatur, vorausgesetzt, dafs sein Volumen sich nicht ebenso schnell vergröfsert wie die Energiezufuhr. Die Vergröfserung der Energiezufuhr kann nun geschehen durch Erhöhung entweder der Stromspannung oder der Stromstärke, oder schliefslich gleichzeitig durch beides. Vergröfsert man die Spannung, wird der Lichtbogen länger, so wächst sein Volumen erheblich, und

[1]) Der elektrische Ofen, S. 25, Ref. in Ztsch. f. Elektrochemie 1902, 44.

die Temperatur steigt deswegen nur wenig oder kann sogar sinken [1]). Wird aber die Stromstärke vergröfsert, so nimmt das Volumen langsamer zu als die Energiemenge, die Temperatur steigt deswegen erheblich. Dafs das Volumen oder mit anderen Worten die Länge des Lichtbogens überhaupt zunimmt, wird durch die erhöhte Temperatur verursacht, ist mithin als eine sekundäre Erscheinung zu bezeichnen. Die Temperatur des Lichtbogens läfst sich folglich leicht durch Änderung der Stromstärke regulieren. Je höher die Stromstärke pro Quadratcentimeter Elektrodenfläche, oder wie man gewöhnlich sagt, je höher die Stromdichte ist, desto höher steigt die Temperatur. Aber auch ein anderer Faktor als die Stromdichte ist hier zu beachten. Bei einer und derselben Stromdichte ist die Temperatur bei einer grofsen Elektrode bedeutend höher als bei einer kleineren. Nicht nur die Wärmezufuhr, sondern auch die Möglichkeit, die Wärme nach aufsen abzugeben, bestimmt nämlich, wie schon erwähnt, die Temperatur. Die Wärmezufuhr pro Kubikcentimeter Lichtbogen ist nun bei konstanter Stromdichte dieselbe, ob die Elektrode grofs oder klein ist, nicht so dagegen die Möglichkeit der Wärmeabgabe, die bei kleinen Elektroden verhältnismäfsig gröfser ist als bei den gröfseren. Bei Vergröfserung der Elektroden mehrt sich ja die Energiezufuhr wie die Schnittfläche oder wie das Quadrat der Elektrodenseite, während die Möglichkeit der Wärmeabgabe, die ja hauptsächlich am äufseren Umkreise des Lichtbogens stattfindet, nur wie die Elektrodenseite wächst. Das Verhältnis Wärmezufuhr: Wärmeabgabemöglichkeit nimmt zu und damit steigt die Temperatur. Um bei grofsen Elektroden eine bestimmte Temperatur zu erhalten, mufs man die Stromstärke entsprechend niedriger wählen als bei kleineren.

Die bei der Carbiddarstellung gemachten Erfahrungen bestätigen das oben gesagte vollständig. Wird die Stromdichte zu klein gewählt, so erhält man kein durchgeschmolzenes hochprozentiges Carbid: die Temperatur war nicht hoch genug. Wird zu grofse Stromdichte verwendet, so steigt die Temperatur zu hoch, die Dissociation fängt ihre Zerstörungsarbeit an und die Ausbeute an prima Calciumcarbid pro Kilowatttag ist eine geringe. Andererseits zeigt die Erfahrung, dafs, je gröfsere Elektroden zur Verwendung kommen, desto kleiner die Stromdichte gewählt werden mufs. So sind je nach der Gröfse des Elektrodenquerschnitts Stromdichten von $1^1/_2$ bis $4^1/_2$ Ampère in den Carbidöfen im Gebrauch.

Bei einer anderen Art der Lichtbogenöfen wird das Carbid selbst nicht von dem elektrischen Strom durchflossen, der Lichtbogen spielt vielmehr (Fig. 6) zwischen zwei frei über dem Ofenschacht liegenden

---

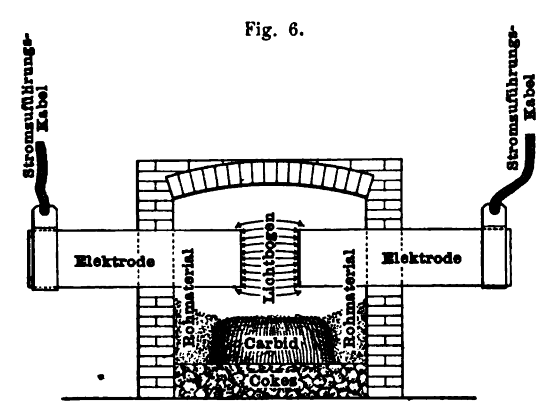
[1]) Die Länge des Lichtbogens wächst unter Umständen schneller als die Spannung; vergl. z. B. Ernst Voit: „Der elektrische Lichtbogen". Stuttgart, 1896.

Elektroden [1]). Die erzeugten Wärmestrahlen fallen teils direkt auf die auf dem Ofenboden liegende Kalk-Kohle-Mischung, teils werden sie durch das über den Elektroden befindliche Ofengewölbe auf das Schmelzgut zurückgeschickt. Auch hat man vorgeschlagen, durch Magneten den Lichtbogen so abzulenken, dafs er das zu verschmelzende Material trifft.

Zwischen den oben beschriebenen Ofentypen giebt es eine Menge Übergangsformen, womit wir uns nicht beschäftigen, ebensowenig wie wir auf die sich im praktischen Betriebe ergebenden Einzelheiten bei der Ofenkonstruktion eingehen können.

Das Carbid kann aus den Öfen entweder in flüssiger Form abgestochen oder als fester Block herausgenommen werden. Alle oben erwähnten Ofentypen lassen sich mehr oder weniger leicht als Abstichs- oder Blocköfen ausbilden, doch dürften sich Widerstandsöfen

Fig. 6.

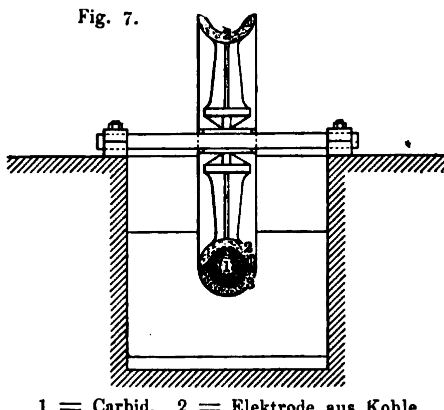


besser für Abstichsbetrieb eignen. Die Abstichsöfen waren von Anfang an für kontinuierlichen Betrieb eingerichtet, die Blocköfen arbeiteten bis vor einigen Jahren diskontinuierlich. Sobald eine gewisse Carbidmenge dargestellt war, wurde der Ofen aufser Betrieb gesetzt und dafür ein anderer eingeschaltet. Das Carbid liefs man zweckmäfsig im Ofen selbst erstarren, um es im festen Zustande herauszunehmen. In den letzten Jahren hat man nun sehr viel und mit Erfolg darauf hingearbeitet, den Blockofenbetrieb kontinuierlich zu machen. Bei den alten Blocköfen blieb das Carbid auf seiner Entstehungsstelle, bis es aus dem Ofen herausgenommen wurde. Mit der fortschreitenden Carbidbildung änderte man die Stellung des Lichtbogens. Je höher der Carbidblock sich aufbaute, desto höher im Ofen befand sich der Lichtbogen. Bei den kontinuierlichen Blocköfen dagegen giebt man dem Lichtbogen einen konstanten Platz und läfst das Carbid sich allmählich von seinem Entstehungspunkte entfernen, wobei es sich lang-

[1]) Z. B. der Ofen von Stassano, Moissan, Der elektrische Ofen, S. 17.

sam abkühlt, bis es im kalten Zustande automatisch aus dem Ofen entfernt wird. An der Bewegung des Carbides nehmen gewöhnlich der Ofentiegel und die eine Elektrode teil. Der bewegliche Teil wird konstruiert als endloses Band oder endlose Kette[1], als ein rotierender Teller[2] oder schliefslich (Fig. 7 und 8) als ein sich drehendes vertikales Rad[3]. Besonders in Amerika sollen die kontinuierlichen Blocköfen gut ausgebildet sein, und in den beiden Fabriken der Union Carbide Company, den gröfsten der Welt, werden verbesserte Öfen der Systeme Horry-Bradley verwendet. Der ganze Schmelzprozefs soll dort nach vorliegenden Mitteilungen automatisch vor sich gehen, und sollen dabei erstaunlich wenig Arbeiter notwendig sein. Auf dem europäischen Festlande haben sich dagegen vorwiegend die kontinuierlichen Abstichsöfen eingebürgert.

Fig. 7.



1 = Carbid. 2 = Elektrode aus Kohle.
3 = Unverschmolzenes Rohmaterial.

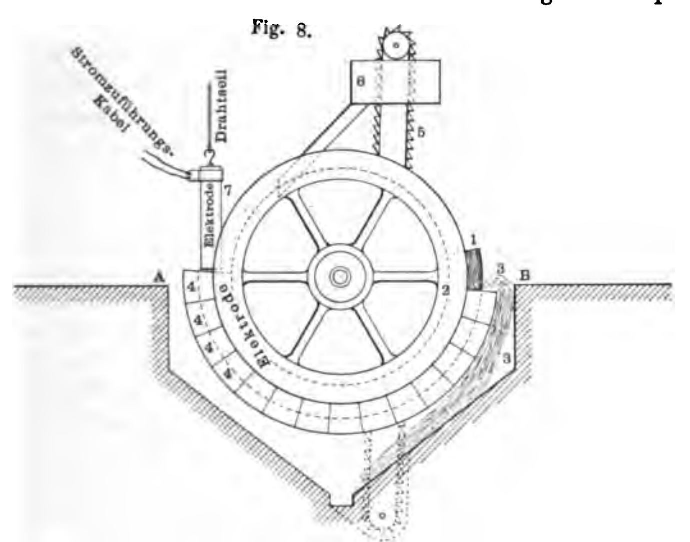
Mit einem eigentümlichen Mitteldinge zwischen den Abstichsöfen und Blocköfen, wofür nicht wenig Reklame gemacht worden ist, hat man sehr viele und teure Experimente ausgeführt, ohne praktischen Erfolg damit gehabt zu haben. Die Elektroden waren hohl. Das gebildete Kohlenoxydgas wurde durch die obere Elektrode abgeführt und die zu verschmelzenden, fein gemahlenen Rohstoffe fielen zwischen den Elektroden durch den Lichtbogen und das Loch der unteren Elektrode in einen Schlauch aus Asbest. Beim Durchfallen durch den Lichtbogen wurden sie teilweise verschmolzen. Man erhielt eine Mischung der Rohstoffe mit Carbidknollen, die durch den Schlauch periodisch ausgeleert wurde. Dieser Ofen arbeitet in der Hauptsache als Abstichsofen, besitzt die meisten Unannehmlichkeiten desselben, ohne seine Vorteile zu haben.

Um das Carbid flüssig abstechen zu können, mufs man es nicht nur so hoch erhitzen, dafs es dünnflüssig wird, sondern sogar noch weit höher, damit es nicht zu rasch in den Kanälen und im Abstichsloch erstarrt. Das flüssige Carbid verläfst den Ofen bei sehr hoher Temperatur und nimmt so eine Menge Wärme mit, die für die Carbidbildung verloren geht. Die Dissociation des schon gebildeten Carbides

[1]) Ofen von Roberts (U. S. A. Patent Nr. 388012) und von Maxim (Engl. Patent Nr. 4075). — [2]) Ofen von Heath (U. S. A. Patent Nr. 586686) und von Nicolai, Jahrb. f. Elektrochemie 1898, 323. — [3]) Öfen von Horry (Engl. Patent Nr. 22521), von Bradley, D. R.-P. Nr. 98708.

kommt dabei mit ihren unangenehmen Folgen stark zum Vorschein. Bei den Blocköfen braucht das Carbid nicht so weit erhitzt, ja kaum dünnflüssig gemacht zu werden. Die Dissociation wird infolgedessen nahezu verschwindend klein. Da das Carbid bei viel niedrigerer Temperatur

Fig. 8.



1 = Carbid. 2 = Elektrode aus Kohle. 3 = Unverschmolzenes Rohmaterial. 4 = Ablösbare eiserne Teile des Ofens, die bei *A* automatisch zugesetzt, bei *B* weggenommen werden. 5 = Elevator für unverschmolzenes Rohmaterial. 6 = Vorratsbehälter für unverschmolzenes Rohmaterial. 7 = Einstellbare Elektrode.

(unter 1000°) aus Öfen dieser Art herausgenommen wird, und wie oben dargelegt, die Carbidbildung sogar nach dem Erstarren der Schmelze fortsetzt, wird also bei den Blockcarbidöfen ein gröfserer Teil der zugeführten Wärme für die Carbidbildung ausgenutzt als bei den Abstichsöfen. Die Wärmeökonomie und damit die Ausbeute an Carbid pro Kilowatttag mufs also bei den Blocköfen bedeutend besser sein als bei den Abstichsöfen [1]). Während die Carbidausbeute in den Fabriken zwischen 4 bis 5 kg pro Kilowatttag schwankt und nur ausnahmsweise etwas höher ist, hat Carlson bei einzelnen Schmelzungen in Blocköfen Ausbeuten von 8 bis 9 kg 70prozentigem Carbid erzielt und Grauer sogar während längerer Perioden bis 7,2 kg hochprozentiges Carbid dargestellt. Frölich [2]) fand, dafs, wenn man einen sonst als Abstichs-

[1]) Vergl. weiter Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie **1900**, **32**, 413; Grauer, Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 221. — [2]) Ztsch. f. Elektrochemie **1900**, **1**, 7. Frölich zieht selbst aus diesem Versuch nur den Schlufs, dafs man in Blocköfen bei höherer Temperatur arbeiten, oder, wie er sagt, dafs die Lichtbogentemperatur höher sein müsse, was doch gar nicht aus seinem Versuch hervorzugehen scheint. Er hat nur gezeigt, dafs bei einer und derselben Energiezufuhr die Temperatur in Blocköfen höher steigt, als in den Abstichsöfen. Dagegen hat er nicht gezeigt, dafs in Blocköfen bei niedrigerer Temperatur kein prima Carbid dargestellt werden kann.

ofen arbeitenden Carbidofen unter übrigens unveränderten Verhältnissen als Blockofen funktionieren läſst, die Temperatur höher als gewöhnlich steigt. Die gleiche, in der Stunde durch den Ofen gesandte Energiemenge gab also als Resultat im Blockofen eine höhere Temperatur als im Abstichsofen. Mit anderen Worten muſs man, um eine und dieselbe Temperatur zu erreichen, nach den Versuchen von Frölich bei den Blocköfen weniger Energie anwenden als bei den Abstichsöfen. Da man dazu in den Blocköfen bei niedriger Temperatur arbeiten kann, muſs ihre Wärmeökonomie eine bessere sein.

Carbidausbeute.

Über die theoretisch mögliche Höchstausbeute an Carbid gehen die Ansichten weit auseinander. Einige Verfasser, so z. B. Gin, finden durch Rechnung, daſs die Ausbeute kaum 4 bis 5 kg pro Kilowatttag überschreiten kann [1]). Dies ist offenbar nicht richtig, da, wie oben gezeigt, höhere Ausbeuten unzweifelhaft erreicht sind. Gin selbst z. B. hat in der Carbidfabrik zu Milano eine Ausbeute von 6,191 kg Carbid mit mehr als 300 Liter Acetylen erhalten [2]). Andere Verfasser kommen zu Ausbeuten von 8 bis 10 kg, was schon wahrscheinlicher ist. Carlson [3]) z. B. erhielt folgende Resultate:

Ausbeute pro Kilowatttag.

Carbid mit Reincarbid	in Abstichsöfen	in Blocköfen
76 Proz.	7,4 kg	10,1 kg
86 „	6,8 „	9,1 „
100 „	6,1 „	8,1 „

So hohe Ausbeuten werden, wie gesagt, in der Praxis nicht gewonnen und werden auch wohl kaum jemals zu erreichen sein. Die Carbidindustrie hat aber, wie hieraus ersichtlich ist, immerhin noch groſse Entwickelungsmöglichkeiten.

So lange noch unverschmolzener Kalk und ungelöste Kohle in der Schmelze vorhanden sind, steigt die Temperatur nicht über eine gewisse Grenze. Ganz wie in einer Mischung von Eis und Wasser die Temperatur nicht über 0° steigt, so lange noch Eis darin vorhanden ist, erreicht sie hier nicht die für das Abstechen notwendige Höhe. Während bei Blocköfen der Lichtbogen, resp. die Carbidoberfläche immer von einer Schicht unverschmolzenen Materials bedeckt sein kann, das sowohl die strahlende Wärme des Lichtbogens u. s. w., als auch diejenige aus den durchgehenden Kohlenoxydgasen gröſstenteils aufnimmt, ist es also bei Abstichsöfen notwendig, zunächst alles auf der Oberfläche des Carbides schwimmende Material vollständig zu verschmelzen. Dann ist noch weiter Wärme zuzuführen, um die Schmelze auf die erforderliche

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 159. — [2]) Fours électriques de la Comp. Gin & Leleux, S. 21. — [3]) a. a. O.

Temperatur zu bringen, ehe der Abstich gemacht werden kann. In manchen Öfen schmilzt man immer mit unbedecktem Lichtbogen, bezw. unbedeckter Carbidoberfläche, läfst die Gase bei der Temperatur des flüssigen Carbides entweichen und verliert dabei auch eine Menge Wärme durch Strahlung. Bei wieder anderen Abstichsöfen arbeitet man anfangs mit bedecktem Lichtbogen, bezw. bedeckter Carbidoberfläche, um erst gegen Ende der Schmelze die Materialzufuhr abzustellen und die Temperatur des Carbides zu erhöhen, was jedenfalls rationeller ist. In Widerstandsöfen mit horizontalen Elektroden bildet sich oft über der Schmelze ein Gewölbe von halbgeschmolzenem Carbid, wodurch die obengenannten Wärmeverluste teilweise vermieden werden. Bei Öfen mit vertikalen Elektroden werden diese von der strahlenden Wärme und den warmen Gasen so hoch erhitzt, dafs der Elektrodenabbrand, der bei Blocköfen auf ein sehr geringes Mafs beschränkt werden kann, bei den Abstichsöfen relativ sehr hoch ist. Ofenwände, Stromzuführungen u. s. w. leiden ebenfalls darunter. Der Elektrodenverbrauch und die Reparaturkosten müssen also bei Abstichsöfen mit vertikalen Elektroden teurer ausfallen als bei Blocköfen. Um diese Unannehmlichkeiten zu vermindern und auch die Dissociation herabzudrücken, hat man versucht, die Temperatur während der Hauptschmelzperiode niedrig zu halten und erst kurz vor dem Abstich das Carbid hoch zu erwärmen. Dies kann, wie gesagt, einigermafsen durch Regelung der Materialzufuhr erreicht werden. Leichter würde man zum Ziele gelangen, wenn es aus wirtschaftlichen Gründen angängig wäre, die dem Ofen zugeführte Energiemenge gegen Ende der Schmelze zu vergröfsern. Einen besseren Vorschlag macht Keller[1]), der in seinem oben erwähnten Ofen (Fig. 3) die Gesamtenergie während der ganzen Schmelzzeit konstant erhält, aber gegen Schlufs die Wärmeentwickelung hauptsächlich bei der Elektrode stattfinden läfst, die in der Nähe des Abstichloches aufgehängt ist. Die andere Elektrode wird mit dem aus Kohle bestehenden Ofenboden in Kurzschlufs gebracht. Bei der ersten Elektrode steigt nun die verfügbare Spannung bezw. Energiemenge und damit die Temperatur.

Die Steigerung der Temperatur bis auf die für Abstich nötige Höhe geht doch nicht so schnell, wie man von vornherein glauben möchte, und während der dafür notwendigen Zeit treten die oben erwähnten Unannehmlichkeiten hervor.

Wenn auch die Blocköfen in Bezug auf Wärmeökonomie u. s. w. vor den Abstichsöfen Vorteile bieten, so haben sie doch auch ihre Nachteile. Bei den Abstichsöfen erhält man das Carbid direkt in versandfähiger Form; es mufs nur auf geeignete Stückgröfse gebracht werden. Das Produkt aus den Blocköfen dagegen mufs erst von dem ihm noch anhaftenden halbverschmolzenen Rohmaterial getrennt werden, eine

[1]) Compt. rend. du III. Congrès de L'Acetylène, Paris, 1900, S. 174.

Arbeit, die besonders früher sehr teuer war und viele Arbeiter erforderte. Weiter fällt immer aus den Blocköfen eine gewisse Menge unverschmolzener Kalk-Kohle-Mischung ab, die wieder in den Betrieb eingeführt werden mufs, wie auch das beim Putzen abfallende, halbverschmolzene Carbid. Diese Nachteile, sowie das Bestreben, das Putzen möglichst zu beschränken und es praktisch und billig zu gestalten, sind die hauptsächlichsten technischen Schwierigkeiten, welche die meisten europäischen Fabriken veranlafst haben, zu den Abstichsöfen überzugehen. Die Amerikaner, die Meister der automatischen Apparate, haben dagegen, wie schon gesagt, die Schwierigkeiten beim Blockofenbetriebe geschickt überwunden.

Eine rationelle Ausnutzung des aus den Carbidöfen weggehenden brennbaren Kohlenoxyds ist ein Problem, mit dem sich viele Erfinder beschäftigt haben. Die Hauptschwierigkeit hierbei liegt in dem Auffangen des Gases, ohne dafs dabei der Schmelzprozefs nachteilig beeinflufst wird. Völlig gelöst ist das Problem wohl nicht. Die natürliche Verwendung des Gases ist zum Vorheizen der zu verschmelzenden Mischung. Eine thunlichst weitgehende Vorwärmung der Rohstoffe ist eine sehr wichtige Frage, die man u. a. auch durch Benutzung von Generatorgas, Wassergas u. s. w. zu fördern gesucht hat[1]).

Die Gröfse der in der Fabrik verwendeten Öfen wechselt sehr und zwar von 200 bis zu 2000 HP. Bei den gröfseren Öfen mufs man oft für jeden Pol mehrere Elektroden anwenden.

Herstellungskosten des Calciumcarbides.

Für die Acetylenindustrie ist es von gröfster Wichtigkeit, beurteilen zu können, wie die Carbidpreise sich in der Zukunft stellen werden. Insbesondere interessiert für die deutsche Acetylenindustrie die Frage, zu welchem Preise der ausländische Carbidfabrikant seine Ware franco deutscher Grenze liefern kann, sowie weiter die Frage, ob es einer zukünftigen deutschen Carbidindustrie[2]) möglich sein wird, das Carbid billiger zu liefern als die jetzigen skandinavischen, französischen, schweizerischen und österreichischen Carbidfabriken. Die Beantwortung dieser Fragen ist für den wirklichen Fachmann keine leichte Aufgabe. Sie wurden wiederholt behandelt von spekulativen Personen, die sich selbst nie oder doch nur sehr oberflächlich mit der Carbidindustrie beschäftigt haben. Ihre Berechnungen fufsen deswegen nicht auf dem festen Boden der Thatsachen, vielmehr hat in den Punkten, wo Kenntnisse fehlen, die Phantasie das Material geliefert. Oft sind solche Berechnungen von tendenziösem Inhalt und sollen mehr oder weniger unschönen Zwecken dienen. Dafs unter solchen

[1]) Ofen von Pictet, D. R.-P. Nr. 97711. — [2]) Die heute in Deutschland arbeitenden Carbidwerke liefern noch nicht annähernd die Hälfte des deutschen Carbidverbrauchs. Sie sind zum Teil allerdings erweiterungsfähig.

Umständen die verschiedenen Verfasser mit weit auseinander gehenden Zahlen kommen, ist nicht auffallend. Der eine kann sein Carbid angeblich für 80 Mk. die Tonne verkaufen, der andere mufs 400 Mk. dafür haben, um existieren zu können. Um auf etwas festerem Boden bauen zu können, hat Verfasser dieses die ihm zur Verfügung stehenden Zahlen aus Verwaltungsberichten u. s. w. von mehreren jetzt bestehenden Carbidfabriken der verschiedensten Systeme in der Schweiz und in Skandinavien neben den in der Litteratur vorkommenden Angaben, soweit solche zuverlässig erscheinen, benutzt.

Bei Berechnung des Anlagekapitals ist es nicht genug, wenn nur, wie es meist geschieht, Zerkleinerungs- und Mischanlage für die Rohstoffe, Ofenanlage, Zerkleinerungs- und Sortiermaschinen, Verpackungs- und Lagerräume für das fertige Carbid, Schuppen für Rohstoffe und Elektroden in Betracht gezogen werden. Dazu kommen viele andere Einrichtungen und Bauten. Selten kann die Carbidfabrik mit der Kraftstation zusammengebaut werden, vielmehr mufs meist eine elektrische Kraftübertragung mit Transformationsstation errichtet werden. Der Schmelzprozefs ist, wie wir gesehen haben, in sehr weitgehendem Grade von der Beschaffenheit des Kalkes abhängig. Obschon der in der Carbidfabrik selbst gebrannte Kalk gewöhnlich nicht unerheblich teurer ist als der am Gewinnungsorte fertiggestellte (man mufs Fracht für zwei Tonnen Kalkstein statt für eine Tonne Kalk zahlen u. s. w.) hat man sich doch gezwungen gesehen, den Kalk selbst zu brennen. Eine Kalkofenanlage ist also notwendig, und zwar mufs dieselbe so gebaut werden, dafs die Kohlensäure so vollständig wie überhaupt möglich ausgetrieben werden kann, was nur in den besten und teuersten Öfen unter vergröfsertem Kohlenaufwande möglich ist. Zur Anfertigung der Blechemballage und der Schutzemballage aus Holz, von denen die letztere allerdings nur für solche Fabriken erforderlich ist, die ihr Carbid auf dem Seewege exportieren wollen, müssen mit Arbeitsmaschinen gut ausgerüstete Werkstätten vorgesehen werden. Weiter mufs eine kleine Reparaturwerkstatt mit Zubehör vorhanden sein. Ein Verwaltungsgebäude mit Räumlichkeiten für Bureau, Laboratorien, Lager u. s. w. mufs auch errichtet werden. Wenn irgend möglich, mufs für direkten Anschlufs an ein Eisenbahnnetz gesorgt werden. Wo dies auf Schwierigkeiten stöfst, müssen andere Transportvorrichtungen, sowohl für die Anfuhr der Rohstoffe, als für die Abfuhr der fertigen Ware, getroffen werden, z. B. Seil- oder Kleinbahn, oder es müssen schliefslich Pferde, Wagen, Stall und Remise angeschafft bezw. gebaut werden. Oft müssen Wohnungen nicht nur für den Direktor und die Beamten, sondern auch für die Arbeiter errichtet werden. Dazu kommen noch manche Detaileinrichtungen, z. B. Lade- und Löschvorrichtungen u. s. w., die hier nicht sämtlich aufgezählt werden können. Aus diesen und anderen Gründen ist ein weit höheres Anlagekapital erforderlich, als vielfach auf Grund theoretischer Erwägungen an-

genommen wurde. Läfst man einige der erwähnten Anlagen fort, so würde wohl das Anlagekapital kleiner ausfallen, dagegen hätte man aber mit bedeutend erhöhten Betriebskosten zu rechnen und der Gestehungspreis des Carbides würde sich nicht unwesentlich erhöhen.

Die Anlagekosten bewegen sich in den dem Verfasser bekannten Werken zwischen 250000 und 400000 Mk. für 1000 effektive elektrische Pferdestärken. Hierbei spielen selbstverständlich lokale Verhältnisse, wie Grundstückspreis, Bauplatz, Arbeitslöhne, Preise für Baumaterialien, Transportverhältnisse u. a. m. eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Das Carbid ist eine Saisonware, die hauptsächlich im Winter verkauft wird. Die Fabriken müssen deswegen während des Sommers zumeist auf Lager arbeiten, weswegen das notwendige Betriebskapital verhältnismäfsig grofs sein mufs. Die Höhe desselben läfst sich nicht ohne weiteres sagen, da Geschäftsleitung, Marktlage u. s. w. darauf einen sehr grofsen Einflufs ausüben. Es kann auf etwa 150000 bis 200000 Mk. für 1000 elektrische Pferdestärken geschätzt werden.

Wenn die Carbidfabrik nicht in eigener Kraftstation selbst die notwendige Kraft erzeugt, sondern von einer anderen Firma mietet, stellt sich zwar die Kraft bedeutend teurer, man kann dann aber andererseits mit bedeutend kleinerem Anlagekapital auskommen. Ohne Frage ist es für die Rentabilität einer Carbidfabrik vorteilhafter, die Kraft selbst zu erzeugen, besonders weil in der Zukunft sicherlich nur gut belegene Fabriken mit sehr billiger Kraft bestehen können. Carbid da herstellen zu wollen, wo die in der Fabrik verfügbare Pferdestärke mit mehr als 60 Mk. pro Jahr eingesetzt werden mufs, ist unter jetzigen Umständen eine Unmöglichkeit, auch wenn die Fabrik inmitten des Absatzgebietes läge.

Die Wasserkraft ist bis jetzt die einzige Energiequelle, die sich für die Carbiddarstellung billig genug erwiesen hat. Eine Wasserkraftstation erfordert ein bedeutendes Anlagekapital, dessen Gröfse allerdings innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. Für 1000 elektrische Pferdestärken können als Mittelwert 200000 bis 400000 Mk. angenommen werden, obschon in Skandinavien und in den französischen Alpenländern eine Anzahl Werke mit bedeutend kleineren Baukosten zu rechnen hatten.

Über die Herstellungskosten des Carbides sind, wie gesagt, in der Litteratur die sonderbarsten Angaben verbreitet. Man rechnet nur so und so viel Kohle, Kalk, Arbeitslohn, Kraft u. s. w., setzt die denkbar billigsten Preise ein, legt dazu eine viel zu kleine Summe für Generalspesen, Zinsen u. s. w. und erhält so Selbstkostenpreise für das Carbid, die sehr niedrig sind, aber leider nicht der Wirklichkeit entsprechen. Es wäre wohl ein sonderbares Zusammentreffen, mit dem in der Wirklichkeit auch nicht zu rechnen ist, wenn in einer Fabrik alle auf den Darstellungspreis des Carbides einwirkenden Faktoren die denkbar günstigsten wären. Weiter ist zu berücksichtigen, dafs bei einer so

billigen Ware wie Calciumcarbid, für deren Fabrikation eine so teure Anlage erforderlich ist, die Zinsen, Amortisationen, Administrations- und Geschäftsunkosten, Tantièmen, Steuern, Feuerversicherung, Reisekosten, Agentenprovisionen, Frachtkosten u. s. w. eine verhältnismäfsig grofse Rolle spielen. Dazu kommt, dafs die Fabrikbesitzer berechtigte Ansprüche auf einen gewissen, wenn auch bescheidenen, Gewinn haben.

Den nachstehenden Berechnungen über Herstellungs- und Verkaufspreis des Carbides ist eine Fabrik mit 4000 elektrischen Pferdestärken zu Grunde gelegt, die an ihre Aktionäre 6 Proz. Dividende verteilen will, und das von ihr dargestellte Carbid franco deutscher Grenze verkaufen kann.

Die finanziellen Voraussetzungen des Unternehmens sind:

Aktienkapital und Anlagekapital 1 200 000 Mk. (= 300 000 Mk. für 1000 elektrische Pferdestärken).

Betriebskapital = 600 000 Mk. (150 000 Mk. für 1000 elektrische Pferdestärken).

Jahreskosten einer elektrischen Pferdestärke 30 Mk.[1]).

Kalkpreis = 20 Mk., Kohlepreis = 25 Mk., Elektrodenpreis = 400 Mk., alles für 1000 kg.

Kalkverbrauch = 1100 kg, Kohleverbrauch = 750 kg, Elektrodenverbrauch = 50 kg, alles für 1000 kg fertig verpacktes Carbid.

Tagelohn eines Arbeiters = 2 bis 2,50 Mk. Arbeitslohn und Transportkosten = 30 Mk. für 1000 kg Carbid.

Jahresproduktion für die elektrische Pferdestärke = 1000 kg Carbid[2]).

Reparatur- und Unterhaltungskosten, sowie Abschreibungen u. s. w. zusammen = 8 Proz. des Anlagekapitals.

Das Betriebskapital, erhalten teils durch Hypothekenanleihe, teils durch Diskontierung von Warenwechseln, wird mit $4^1/_2$ Proz. verzinst.

Generalunkosten für Verwaltung, Betriebsleitung, Geschäftsunkosten und Provisionen, Tantième, Steuern, Feuerversicherung, Dotierung von gesetzlichen Reserven u. s. w. = 30 Mk. für 1000 kg.

Die Fracht von der Fabrik nach norddeutschem Hafenplatz, bezw. süddeutscher Grenzstation = 20 Mk.[3]) für 1000 kg.

Die Emballagekosten werden mit 40 Mk.[4]) eingesetzt.

---

[1]) Die bestehenden Carbidfabriken haben mit einem Preise von 15 bis 40 Mk. für die elektrische Pferdekraft zu rechnen. — [2]) Wenn die Jahresausbeute auf die nur in den Öfen verbrauchte Kraft bezogen wird, stellen wohl die meisten Fabriken erheblich mehr als 1000 kg Carbid für die HP. und Jahr her, aber auch die für andere Zwecke, wie Zerkleinerung und Mischung der Rohstoffe, Zerkleinerung, Sieben und Verpacken des Carbides, Emballagefabrikation, Reparaturwerkstätte, Beleuchtung, Transport u. s. w. verbrauchten Kraftmengen müssen berücksichtigt werden. — [3]) 20 Mk. für die Tonne entsprechen ungefähr den Frachtkosten von Mittelschweden oder Südnorwegen nach Hamburg oder Stettin, bezw. von den gröfseren Fabriken in der Schweiz nach Basel. — [4]) Die für Herstellung der Emballage entstehenden Kosten dürften, wie die zur Verfügung stehenden Angaben zeigen, in den verschiedenen

Unter diesen Voraussetzungen stellt sich die Rechnung angesichts der zeitigen Produktionsbedingungen für die Herstellung von 1000 kg Carbid folgendermafsen:

1100 kg Kalk à 20 Mk. für 1000 kg . . .	22,00 Mk.	
750 „ Kohle à 25 Mk. für 1000 kg . .	18,75 „	
50 „ Elektroden [1]) à 400 Mk. für 1000 kg	20,00 „	
Kleine Materialien u. s. w.	8,00 „	
Arbeitslohn, Transportkosten in der Fabrik u. s. w.	30,00 „	
Kraft	30,00 „	
Emballage.	40,00 „	168,75 Mk.
Unterhaltungskosten und Abschreibungen u. s. w. (8 Proz. vom Anlagekapital) . .	24,00 Mk.	
$4^1/_2$ Proz. Zinsen vom Betriebskapital . .	6,75 „	
Generalunkosten	30,00 „	
Fracht	20,00 „	80,75 „
6 Proz. Zinsen und Gewinn für den Besitzer	18,00 Mk.	18,00 „
oder zusammen		267,50 Mk.

Eine Fabrik, die unter oben genannten Bedingungen arbeitete, würde also das Carbid franco deutscher Grenze zu etwa 267,50 Mk. pro 1000 kg oder ab Fabrik exclusive Emballage zu 207,50 Mk. verkaufen können.

Im grofsen [2]) und ganzen scheinen die Selbstkosten in den jetzt

Werken annähernd gleich sein, nämlich 40 Mk. (50 frcs.) für die Tonne Carbid. Dies erscheint auf den ersten Blick sonderbar, da die Carbidfabriken in Deutschland, Österreich, Frankreich, Italien, Schweiz u. s. w. das Carbid zumeist nur in Blechtrommeln ohne Holzumhüllung zu verpacken pflegen, während die auf dem Seewege exportierenden Fabriken in Norwegen, Schweden, Finnland u. s. w. die Blechtrommeln noch mit hölzernen Überfässern versehen müssen. Wenn trotzdem ein ungefährer Ausgleich der Kosten erfolgt, so ist dies darauf zurückzuführen, dafs die letztgenannten Fabriken mit Blechtrommeln von geringerer mechanischer Widerstandsfähigkeit auskommen können, so dafs der dadurch an Material und Arbeit gesparte Betrag die erforderlichen Ausgaben für die hölzerne Schutzemballage deckt. Die skandinavischen Fabriken z. B. liegen zumeist in Gegenden, wo das Holz sehr billig ist. Einige von ihnen besitzen auch eigene Wälder. Es scheint sogar, als ob die skandinavischen Carbidwerke ihre Emballage noch etwas billiger berechnen können als diejenigen in der Schweiz. Für diejenigen nordischen Fabriken, welche das Holz kaufen müssen, dürfte die Holzumhüllung mit etwa 10 Mk. für die Tonne Carbid einzusetzen sein, für solche, die eigene Wälder besitzen, stellt sich die Schutzemballage bedeutend billiger. — [1]) Der Elektrodenverbrauch schwankt in den verschiedenen Fabriken sehr stark und zwar ungefähr zwischen 15 und 80 kg für die Tonne, was indessen teilweise wieder anderweitig ausgeglichen wird. Auf das Endergebnis hat dies deswegen nur wenig Einflufs. — [2]) Bock, Direktor der A.-G. Carbidwerk Lechbruck (Bayern) äufserte z. B. im August 1901 auf der III. Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins zu Eisenach (Acetylen in Wiss. u. Ind. 1901, 16, 331), dafs bei einem Verkaufspreise von 220 Mk. pro 1000 kg exclusive Emballage ab Werk nur ein ganz bescheidener Unternehmergewinn übrig bleiben würde. Das mit Wasserkraft betriebene Carbidwerk

arbeitenden Fabriken beinahe die nämlichen zu sein, selbstverständlich mit kleinen Abweichungen. Dies ist wohl damit zu erklären, dafs nur die billigst arbeitenden Fabriken bei der Carbidfabrikation geblieben sind. Die übrigen Werke sind entweder eingegangen oder haben sich anderen Fabrikationszweigen zugewandt. Wieder andere, die unter dem Drucke eines zu hohen Anlagekapitals arbeiteten, sind durch Zusammenlegung von Aktien saniert und haben sich so billigere Produktionsbedingungen verschafft.

Falls die Carbidfabriken nicht wieder wie im Vorjahre durch die ganze Marktlage gezwungen werden, ihre Ware unter Selbstkostenpreis abzugeben, so ist mit einem erheblich billigeren Preise, als dem oben angegebenen, einstweilen nicht zu rechnen.

Wenn nämlich, wie heute [1]), eine Überproduktion an Carbid vorliegt, und die Carbidfabriken deswegen ihre Produktion bedeutend einschränken müssen, steigt selbstverständlich der Selbstkostenpreis des Carbides. Zinsen, verschiedene Spesen u. s. w. bleiben ja gleich und sind ganz unabhängig von der in der Fabrik dargestellten Carbidmenge, müssen also bei Betriebseinschränkungen auf eine verhältnismäfsig kleine Carbidmenge verteilt werden. Die zeitigen Marktverhältnisse bedingen ferner, dem Grofshandel gröfsere Gewinne zu gewähren, als dies an sich für das Carbidgeschäft erforderlich ist. Diese Verhältnisse zeigen zur Genüge, dafs man für spätere Zeiten — insbesondere bei der zu erwartenden erheblichen Konsumsteigerung — auf billigere Carbidpreise hoffen darf, ganz abgesehen davon, dafs, wie weiter oben ausführlich begründet wurde, auch noch der Theorie nach die Möglichkeit einer nicht unerheblichen Verbilligung durch Erhöhung der Ausbeute besteht.

Ausnutzung der Hochofengase zur Carbidfabrikation.

In den letzten Jahren ist die Frage sehr lebhaft erörtert worden, ob nicht das für die Acetylenindustrie notwendige Carbid in Deutschland selbst erzeugt werden könne, und zwar unter Benutzung der aus den Hochöfen [2]) mit den Gichtgasen weggehenden grofsen Energiemenge, die durch Gasmotoren und Dynamomaschinen in elektrische Energie übergeführt wird.

Wie teuer steht nun eine so erzeugte elektrische Pferdestärke pro Jahr? Ist die Kraft zur Darstellung von Calciumcarbid billig genug?

Bei der Beantwortung dieser Fragen wollen wir die von dem

Lechbruck dürfte also nicht ganz so billig arbeiten, wie die schweizerischen und skandinavischen Fabriken, wird aber den Unterschied im Darstellungspreise durch die Fracht von den letztgenannten Fabriken nach der deutschen Grenze ausgleichen können. Die Angabe des Direktor Bock ist mehrfach falsch verstanden, man hat nicht beachtet, dafs er vom Carbid exclusive Emballage gesprochen hat. — [1]) März 1902. — [2]) Grofse, passend belegene, billig auszubauende, also billige Kraft liefernde Wasserfälle dürften wohl kaum mehr in Deutschland aufzutreiben sein.

Oberingenieur der Gasmotorenfabrik Deutz, Neumann[1]), gemachten Angaben[2]) benutzen. Eine Gasmotorenanlage für 1000 mechanische HP. kostet danach 200 000 Mk. und die dazu gehörige vollständige elektrische Generatoranlage kann auf wenigstens etwa 80 000 **Mk.** geschätzt werden. Da die Gasmaschinenanlage aus technischen Gründen ziemlich schnell amortisiert werden mufs, werden die Unterhaltungs- und Amortisationskosten von Neumann zu 10 Proz. vom Anlagekapital eingesetzt. Auch bei der elektrischen Anlage mufs man 10 **Proz.** Amortisation u. s. w. rechnen. Für den Besitzer wollen wir Zinsen und Gewinn mit 6 Proz. und Generalunkosten u. s. w., die ziemlich klein sind, mit 3 Proz. einsetzen. Bei 1000 mechanischen Gasmotorenpferdestärken dürfte man unter günstigen Umständen nicht mehr als 850 elektrische Pferdestärken in der Carbidfabrik zur Verfügung haben. Vorausgesetzt wird weiter, dafs auch die elektrische Anlage von demselben Personal bedient werden kann, das Neumann für den Gasmotorenbetrieb notwendig erachtete. Da der Schmierölverbrauch der Dynamomaschine im Verhältnis zu dem des Gasmotors klein ist, wollen wir den ganzen Ölverbrauch gleich dem von uns für den letzteren angenommenen setzen. In allen übrigen Punkten die Neumannschen Zahlen benutzend, finden wir für 1000 mechanische oder 850 elektrische Pferdestärken pro Jahr folgende Kosten:

Amortisation u. s. w. 10 Proz. des Anlagekapitals	28 000 Mk.	
Generalkosten u. s. w. 3 Proz. des Anlagekapitals	8 400 „	
Zinsen und Gewinn für den Besitzer 6 Proz.	16 800 „	
Bedienung	4 000 „	
Schmieröl	12 400 „	69 600 Mk.
Hierzu kommt die dem Hüttenwerke für das Hochofengas zu entrichtende Abgabe, die von Neumann eingesetzt wird mit . .	32 600 Mk.	32 600 Mk.
Gesamtausgaben		102 200 Mk.

oder für die in der Fabrik verfügbare elektrische Pferdestärke und Jahr eine Summe von 120,24 Mk., wovon 38,35 Mk. auf die für das Hochofengas zu entrichtende Summe und 81,89 Mk. auf die übrigen

[1]) Vortrag in der II. Hauptversamml. d. D. Acetylenvereins zu Düsseldorf; Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 453. — [2]) Nach späteren Mitteilungen zu urteilen, dürfte die praktische Erfahrung gezeigt haben, dafs die Berechnungen des Herrn Neumann zu optimistisch waren. Nach Dr. Frank (Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 330) kostet zur Zeit die Pferdekraft bei Hochofengasmotoren 120 bis 150 Mk. pro Jahr. Wir wollen jedoch von den Zahlen des Herrn Neumann ausgehen, teils um nicht zu pessimistisch zu rechnen, teils, weil andere nicht zu Gebote stehen. Weiter darf man sich nicht nach dem jetzigen Stande der Hochofengasmotoren allzu sehr richten, da sie vorläufig nur ganz kurze Zeit im Gebrauch gewesen sind.

Ausgabeposten entfallen. Möglich ist nun, dafs die Hochöfen ihr Gas billiger abgeben würden, wie viel, wird wohl in erster Linie von der Gelegenheit abhängen, die Kraft für andere Zwecke ausnutzen zu können. Dieser Möglichkeit Rechnung tragend, wollen wir die Kosten für eine in einer Hochofengaskraftstation erzeugte elektrische Pferdestärke im folgenden mit nur 100 Mk. pro Jahr einsetzen.

Nach Neumann kann man in einer Hochofengaskraftstation nur mit jährlich 300 Arbeitstagen rechnen und ist obige Berechnung unter dieser Annahme durchgeführt. In mit Wasserkraft betriebenen Carbidfabriken arbeitet man im allgemeinen 330 Tage im Jahre; die Produktion der Hochofengas-Carbidfabriken bleibt also um 10 Proz. gegen diejenige der mit Wasserkraft betriebenen Carbidfabriken zurück; anstatt rund 1000 kg pro H. P.-Jahr werden nur 900 kg dargestellt. Die Kraft würde also allein pro Tonne Carbid etwa 110 Mk. kosten. Zinsen, Amortisation, Dividenden, verschiedene andere gleichbleibende Spesen u. s. w. müfsten auch auf die kleinere Produktion verteilt werden und entsprechend höher pro Tonne ausfallen. Allein schon der erhöhte Kraftpreis würde also nach unserer obigen Berechnung den Selbstkostenpreis des Carbides um etwa 80 Mk. für die Tonne erhöhen. Eine konkurrenzfähige Carbidindustrie könnte also nur unter der Voraussetzung bei den Hochöfen gedeihen, dafs diese beträchtliche Mehrausgabe für Kraft durch andere Vorteile wieder aufgewogen würde. Einen solchen Vorteil bietet die Lage inmitten der Konsumenten, indem die Frachtkosten von 20 Mk.[1]) für die Tonne gespart werden. Die Wasserkraftfabriken hätten also nur 60 Mk. für die Tonne voraus.

Sowohl Grundstückspreis als die allgemeinen Baukosten, Arbeitslöhne, Baumaterialien u. s. w. sind in den deutschen Industriebezirken höher als in den wasserkraftreichen Gegenden. Das Anlagekapital mufs deswegen dort höher und zwar nicht unbedeutend höher bemessen werden. Zinsen, Amortisationen u. s. w. müssen also sowohl aus dieser als der oben genannten Ursache mit einem nicht unwesentlich höheren Betrage eingesetzt werden. Dagegen dürfte man mit etwas kleinerem Betriebskapital und dementsprechend geringerer Zinszahlung für letzteres auskommen können. Infolge der in den dicht bevölkerten Industriegegenden Deutschlands verhältnismäfsig hohen Lebenskosten müssen Gehälter und Arbeitslöhne 25 bis 35 Proz. höher berechnet werden. Die Geschäftsunkosten dürften sich deswegen ungeachtet der Nähe der Abnehmer kaum wesentlich verringern. Ein für die Carbidfabrikation vorzüglich geeignetes Kohlenmaterial steht in Skandinavien franco Fabrik zu einem Preise von etwa 18 Mk. für 1000 kg zu Gebote,

---

[1]) Höhere Fracht nach deutscher Grenzstadt als 30 Mk. für die Tonne dürfte wohl keine für den deutschen Markt ernstlich in Betracht kommende europäische Fabrik zu zahlen haben, einige dieser Fabriken sind in der Lage, dieselbe mit nur 10 bis 15 Mk. einsetzen zu können.

in der Schweiz hat man dagegen dafür bis 58 Frcs. (46,60 Mk.) zahlen müssen. Koks von der für die Carbiddarstellung notwendigen vorzüglichen Beschaffenheit dürfte selbst in den Kohlenrevieren Deutschlands kaum wesentlich billiger als 18 Mk. für 1000 kg zu haben sein. Kalk von erwünschter Beschaffenheit, der in den verschiedenen, dem Verfasser bekannten Fabriken mit 15 bis 30 Mk. für 1000 kg bezahlt wird, wird wohl auch in den deutschen Industriegebieten kaum billiger zu stehen kommen. Die Elektroden dagegen dürften wohl billiger zu veranschlagen sein und dementsprechend die Kosten um 2 bis 3 Mk. für die Tonne Carbid sinken. Wenn man dies alles würdigt, wird man zu dem Schlufsergebnis kommen, dafs der Selbstkostenpreis einer Tonne Carbid, hergestellt in einem mit Hochofengas betriebenen Carbidwerk, etwa 80 bis 90 Mk. höher wird, als in den heute mit Wasserkraft betriebenen Werken. Eine mit Hochofengas betriebene Carbidfabrik würde also unter den zeitigen Verhältnissen erst rentieren bei einem Engroscarbidpreise von 350 bis 360 Mk. für die Tonne ab Werk. Es fragt sich aber, ob bei einem solchen Preise die Acetylenindustrie noch bestehen kann, ob man dann also Abnehmer für das Carbid finden könnte.

Weiter ist es aber sehr fraglich, ob es vom volkswirtschaftlichen Standpunkte überhaupt vorteilhaft ist, die an den Eisenhüttenwerken zur Verfügung stehende grofse Kraft zur Carbiddarstellung zu verwenden, ob sich nicht vielmehr anderweitig eine bessere Verwertung dafür finden liefse. Dafs man in entlegenen Gegenden, die mit Wasserkraft reich versehen sind, ohne Industrie und gröfsere Absatzmöglichkeit für die Kraft zu einer so kraftvergeudenden Fabrikation, wie es die Herstellung von Calciumcarbid ist, greifen mufste, ist leicht verständlich. Ganz anders gestalten sich aber die Verhältnisse in den dicht bevölkerten Hütten- und Kohlenbezirken Deutschlands, wo grofse und kleine Städte mit sehr viel Industrie dicht aneinander liegen. Würde es hier nicht vorteilhafter sein, elektrische Kraftübertragungen zu errichten und die Dampfmaschinen durch Elektromotoren zu ersetzen, welche von den Kraftstationen der Hochofengase gespeist werden? Die technischen Schwierigkeiten sind längst überwunden und ökonomisch unmöglich dürfte die Sache nicht sein. Errichteten nur die Hochöfen Kraftstationen, so würden sich bald Abnehmer für die billige Kraft einfinden. Um mit der Dampfmaschine wetteifern zu können, ist die von den Hochofengasmotoren gelieferte Kraft billig genug, zur Herstellung von Carbid scheint sie dagegen viel zu teuer zu sein.

Zusammensetzung und Eigenschaften des technischen Carbides mit Berücksichtigung der Rohstoffe.

Die technische Darstellung des Carbides aus Kalk und Kohle im elektrischen Ofen bedingt, dafs das in den Handel gelangende Carbid

kein chemisch reines Produkt ist, sondern ein solches, das mehr oder weniger fremde Stoffe als Verunreinigungen enthält. Diese Verunreinigungen spielen in der Acetylentechnik eine ungemein wichtige Rolle, weil sie einerseits den Gehalt des Handelsproduktes an Reincarbid herabdrücken, indem sie die Menge des erhaltenen Acetylens beeinträchtigen, andererseits aber das erhaltene Acetylen selbst in gröfserem oder minderem Mafse verunreinigen.

Die besondere Technik, welche bei der Herstellung des Calciumcarbides angewendet wird, gestattet nicht die Verwendung der zur Bildung des Carbides dienenden Rohmaterialien in Mengen, welche den stöchiometrischen Verhältnissen der Gleichung

$$CaO + C_3 = CaC_2 + CO$$

entsprechen, d. h. auf 56 Teile Kalk 36 Teile Kohlenstoff, sondern diese Technik erfordert, dafs ein Überschufs des einen oder anderen Rohstoffes angewandt wird. Die Folge davon ist, dafs im fertigen Carbid gröfsere oder geringere Mengen von Kalk und Kohle sich befinden, welche nicht in Reaktion getreten sind.

Zumeist enthält das fertige Carbid, entsprechend den bei seiner Darstellung angewendeten Mengenverhältnissen der Rohmaterialien, einen Überschufs an Kalk. Derselbe ist sehr schwankend. Die gewöhnlichen Handelssorten Carbid enthalten im Durchschnitt 4,0 Proz. Kalk, doch steigt in manchen Carbiden diese Menge bis auf 25 Proz. Manche Carbide enthalten mehr oder weniger erhebliche Mengen von Kohle. Dieselbe ist zweierlei Ursprungs. Einerseits ist es unverschmolzenes, zur Darstellung des Carbides benutztes Kohlenmaterial (resp. Kathodenmaterial), andererseits handelt es sich um Kohlenstoff, welcher durch Dissociation des Carbides oder durch Auflösung im geschmolzenen Carbide und nachheriges Auskrystallisieren erhalten wurde.

Der Kohlenstoff ersterer Art zeigt die Struktur und Zusammensetzung des ursprünglich angewendeten Materials (Koks, Holzkohle u. s. w.).

Der Kohlenstoff zweiter Art ist mehr oder weniger graphitisch, hin und wieder kommt er auch in der Form wahrer Diamanten vor [1]). Die vorgefundene graphitische Modifikation charakterisiert sich zweifellos als wahrer Graphit, da sie, mit einem aus verdünnter Salpetersäure und Kaliumchlorat bestehenden Oxydationsgemisch behandelt, die charakteristische Graphitsäure giebt [2]).

Hin und wieder enthalten manche Carbidsorten einen äufserst feinen Kohlenstoff, der die Masse scheinbar durchsetzt. Solche Carbide sind gewöhnlich nicht hochprozentig. Es ist anzunehmen, dafs dieser Kohlenstoff infolge eines Rückbildungsprozesses aus Carbid durch Einwirkung des Kohlenoxydes nach der Reaktion von Frank und Caro

$$CaC_2 + CO = CaO + 3\,C$$

[1]) Maumené, Soc. chim. de Paris Sitz. 26. Februar 1897. — [2]) Caro, Originalmitteilung

entstanden ist. Die Menge des im Carbid enthaltenen Kohlenstoffes ist eine sehr verschiedene. Sie schwankt je nach den Qualitäten des Carbides zwischen 0,5 bis etwa 7 Proz.

Das Vorhandensein dieser Verunreinigungen beruht, wie schon gesagt wurde, zum Teil auf den angewendeten Mengenverhältnissen der Rohmaterialien, zum Teil auf der Methode der elektrischen Schmelzung; ihre Menge ist deshalb, je nach der Fabrikation, eine sehr schwankende. Diese Verunreinigungen spielen wohl bei der Beurteilung des Carbides als Handelsware eine ausschlaggebende Rolle, weil die Ausbeute des aus Carbid erhaltenen Acetylens im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Menge steht. Dagegen üben diese Verunreinigungen keinen Einfluſs aus auf die Qualität des erhaltenen Gases, weil sie mit Wasser keinerlei gasförmige Produkte ergeben.

In dieser letzteren Beziehung sind viel wichtiger diejenigen Verunreinigungen, welche in das Carbid aus den zu seiner Herstellung verwendeten Rohmaterialien gelangen. Sie bilden nämlich zum Teil Verbindungen, die durch Wasser zersetzt werden und hierbei ein Gas liefern. Diese Gase sind naturgemäſs dem erhaltenen Acetylen beigemischt und beeinflussen im hohen Maſse dessen Qualität. Es ist deshalb die Reinheit der verwendeten Rohmaterialien von ausschlaggebender Bedeutung für die Reinheit des erhaltenen Carbides und des hieraus entstehenden Acetylens.

Als Rohmaterialien der Carbidfabrikation kommen hauptsächlich und, von einigen wenigen Verfahren abgesehen, fast ausschlieſslich in Betracht Kalk und Kohle.

Der Kalk wird ausschlieſslich durch Brennen des in der Natur vorhandenen kohlensauren Kalkes gewonnen. Der letztere, Calciumcarbonat, $CaCO_3$, ist eins der weitverbreitetsten Mineralien. Er kommt vor in mächtigen Massen, oft ganze Gebirge bildend, und befindet sich sowohl in den ältesten Formationen als auch in den verschiedenen sedimentären Schichten. Die älteste bekannte Formation, die archäische, enthält bereits groſse Lager von Urmarmor, so z. B. bei Glatz, Landeck, in Niederschlesien (Rothenzechau, Kaufung), im Fichtelgebirge, in den Alpen und Pyrenäen. Im Silur bildet der kohlensaure Kalk mächtige Schichten des Vaginatenkalks (Mittelböhmen) und von Korallenkalk (Gotländer Kalk); im Devon bildet er ebenfalls die Hauptschicht als Eifeler Kalk (Eifel) und Goniatitenkalk (Harz).

Im Carbon bilden die Kalke die untere, nichtproduktive Schicht, z. B. als Kulm im niederschlesischen und oberschlesischen Steinkohlenrevier und im westfälischen (Ruhr- und Saarbrückener) Becken.

Im Dias befinden sich Kalke hauptsächlich im Zechstein. Hier bilden sie das Muttergestein zahlreicher Erz- und Salzlager und bituminöser Vorkommen, so z. B. in Mansfeld, Staſsfurt u. a. m.

Im Trias bildet kohlensaurer Kalk fast ausschlieſslich die ganze mächtige in Rüdersdorf, im Harzlande (am Rande), in Oberschlesien, in

Schwaben u. a. O. m. vorkommende Schicht des Muschelkalks. In Schwaben besteht auch noch der Keuper aus kohlensaurem Kalk.

Die Vorkommnisse des kohlensauren Kalkes im oberen und unteren Jura sind charakterisiert durch eine mehr oder minder ausgeprägte Schichtung, so der Gryphitenkalk im Lias und die Kalke im weifsen Jura, z. B. der Solenhofer Kalkschiefer. Dagegen zeigen die Kalke des mittleren (braunen) Jura das Gepräge von Oolithen.

Die Formation der Kreide ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von Kalksandsteinen verschiedener Art und einer mächtigen Schicht weifser Kreide, den Überbleibseln mikroskopischer Infusorien.

Die Vorkommnisse des kohlensauren Kalkes im Tertiär geben ebenfalls ein für technische Zwecke gebrauchtes Material. Bemerkenswert sind: der Grobkalk von Paris und namentlich die Nummulitenkalke der Alpen im Eocän, der Süfswasserkalk von Montmorency im Oligocän, der Süfswasserkalk des Wiener Beckens, der Cerithien- und der Littorinellenkalk des Mainzer Beckens im Miocän. Im Diluvium bildet der kohlensaure Kalk ausgedehnte Tuffschichten.

Der kohlensaure Kalk ist dimorph; er krystallisiert entweder im hexagonalen hemiedrischen System als Kalkspat (Calcit) oder im rhombischen System als Aragonit. Aufserdem findet man eine amorphe Varietät des kohlensauren Kalks.

Entsprechend seiner grofsen Verbreitung bildet der kohlensaure Kalk eine grofse Zahl von Varietäten, die noch dadurch erhöht wird, dafs in vielen kohlensauren Kalken ein mehr oder minder grofser Teil des Kalkes durch andere chemisch nahe Verbindungen, Magnesia, Eisenoxyd u. s. w. ersetzt ist. Auf diese Weise entstehen eine ganze Reihe von Übergängen, so z. B. zum Dolomit, der aus Kalk-Magnesia-Carbonat besteht. Von den Hauptvarietäten des reinen kohlensauren Kalkes seien folgende erwähnt[1]):

1. Krystallkalk, kommt in Form gut ausgebildeter Krystalle speciell in Erzgängen vor; besonders bemerkenswert sind die Fundorte bei Andreasberg (Grube „Fünf Bücher Mosis"), in Derbyshire, bei Traversella, im Lake Superior.

2. Spatiger Kalk, bei dem keine äufseren Flächenumrisse mehr bemerkt werden. Hauptsächlichste Funde als sog. Doppelspat auf Irland, und als krummschalige Massen bei Tarnowitz, Andreasberg (Krähenaugen), Abtenau bei Salzburg (Anthrakonit), im schwedischen Alaunschiefer.

3. Strahliger Kalkspat, welcher häufig das Kalkgebirge gangförmig durchsetzt, bildet das Versteinerungsmaterial vieler Petrefakten, wie Belemniten, Inoceramus, Pinna u. s. w. Hierzu gehören auch die Schieferthone, z. B. im Jura.

---

[1]) Quenstedt, Mineralogie, S. 496.

4. Körnigblättriger Kalkstein, zeigt das krystallinische Gefüge der einzelnen Körner sehr deutlich, bildet aber im übrigen kompakte, feste Massen. Dazu gehören die Stalaktiten und Kalksinter des Dolomitengebirges und die verschiedenen Varietäten des Marmors. Durch Reinheit und Festigkeit ausgezeichnet ist hiervon der Statuenmarmor, der, wie sein Name besagt, hauptsächlich für Kunstzwecke Verwendung findet. Derselbe wird hauptsächlich in Griechenland und Italien gefunden.

Weniger reine Varietäten, jedoch technisch gut verwertbar, sind die Marmorarten der krystallinischen Gebirge Nordeuropas, sowie der Alpen und der Pyrenäen.

Eine besondere Abart des Marmors bildet der bunte Marmor, der durch die Anwesenheit verschiedener Mineralien bunt erscheint. Er ist ungemein stark ausgebreitet. In Deutschland findet man ihn am Harz, im Fichtelgebirge u. s. w.

5. Muschelmarmor ist ein Kalkstein, in dem die organischen Einschlüsse, hauptsächlich Muscheln, scharf hervortreten. Findet sich in vielen Schichten.

6. Dichte Kalksteine bilden das hauptsächlichste Material des Jura und der jüngeren Formationen. Das krystallinische Gefüge wird undeutlich und verschwindet zum Teil vollständig.

7. Kreide besteht aus mikroskopischen Körnern elliptischen Umrisses, zwischen welchen mikroskopische Schalen von Foraminiferen liegen; bildet im Norden Europas ganze Felsen.

8. Kalktuff ist ein grauer, poröser, erdiger, diluvialer Kalk, sekundäres Produkt der Kalkgebirge, in deren Thalsohlen oder Quellenabgängen er sich absetzt.

9. Oolith, Rogenstein, bildet kleine regelmäfsige Kügelchen von Hirsekorn- bis Erbsengröfse, und kommt speciell im braunen und weifsen Jura in mächtigen Lagern vor. Hierzu gehört der Erbsenstein im Thale des Karlsbader Sprudels.

Von diesen Kalkvarietäten, deren Zahl, wie schon bemerkt, durch Übergänge ineinander und zu anderen Mineralien aufserordentlich grofs ist, eignen sich zur Carbidfabrikation nicht alle, auch wenn deren chemische Zusammensetzung eine Verwendbarkeit möglich erscheinen läfst.

Chemisch reine Kalksteine existieren nicht, auch die reinsten und weifsesten Marmorvarietäten enthalten eine ganze Anzahl Verunreinigungen, so insbesondere: Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia, Phosphorsäure und Schwefelsäure. Folgende Tabelle zeigt eine Reihe von Analysen zur Carbidfabrikation gebräuchlicher Kalksteine:

	Klosters	Meran	Jajce	Villach	Oolithischer Kalkstein	Cornbrash
Kohlensaurer Kalk	97,00	98,00	97,49	96,35	93,91	89,19
Kohlensaure Magnesia . . .	—	0,73	0,41	2,36	1,43	1,55
Phosphorsaurer Kalk . . .	0,12	—	0,28	0,22	0,23	0,29
Schwefelsaurer „ . . .	—	—	0,36	0,16	1,34	0,24
Eisenoxyd und Thonerde . .	2,00	0,24	0,12	0,66	0,98	2,98
Kieselsäure, löslich	0,26	—	0,63	0,38	1,44	—
„ Rückstand . .	0,62	0,72	—	—	—	6,64
Analytiker	Caro	?[1]	Caro	Caro[2]	Lewes	Lewes[3]

Die Verunreinigungen des Kalksteins, deren Rolle weiter unten beschrieben wird, gehen naturgemäfs beim Brennprozefs auch in den Kalk über. Beim Brennen tritt gewöhnlich noch eine weitere Verunreinigung hinzu, nämlich durch die Brennmaterialien. Deshalb wird fast durchgängig das Brennen des Kalksteins zum Zwecke der Carbidfabrikation in Öfen mit Gasfeuerung ausgeführt. Hierbei erfolgt nur eine geringe Vergröfserung des Gehaltes an Schwefelsäure. Einige Analysen des für die Carbidfabrikation verwendeten Kalkes seien hier angeführt:

	Hafslund	Meran	Rheinfelden	Froyes	Spray
Kalk	94,560	98,76	93,36	95,64	88,86
Magnesia	1,180	0,09	0,01	Spuren	4,27
Kieselsäure	1,030	0,99	0,31	1,69	0,28
Eisenoxyd und Thonerde .	0,530	0,02	0,27	1,51	1,58
Phosphorsäure	0,048	—	Spuren	—	0,014
Schwefelsäure	0,128	—	0,12	0,46	0,446
Kohlensäure und Rest . .	2,524	0,14	5,93	0,70	4,55
Analytiker	Lewes	Lewes	Lewes	Lewes[4]	Perrodil[5]

Neben der chemischen Reinheit ist auch die physikalische Beschaffenheit der Kalksteine mafsgebend für deren Verwendung in der Carbidfabrikation. Dichte, möglichst krystallinische Kalksteine eignen sich besser zu dieser Verwendung als weniger dichte Varietäten; so sind die Urkalke der Alpen den alpinen Kalksteinen des Eocän bei weitem vorzuziehen. Ein vorzügliches Kalkmaterial bieten auch die Kalksteine des Trias, wenig empfehlenswert sind manche Kalksteinarten der Kreide, ganz unverwendbar die meisten Kalksteine des Diluviums.

Das zweite Rohmaterial der Calciumcarbidfabrikation ist Kohle. Als solche kann im Grunde genommen jedes Kohlenstoffmaterial Ver-

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 129. — [2]) Originalmitteilungen. — [3]) Handbuch 1900, 267. — [4]) Ebenda, 268. — [5]) Carbure de Calc., 219.

wendung finden, welches einerseits eine genügende chemische Reinheit, andererseits auch eine entsprechende Dichtigkeit besitzt.

Die chemische Reinheit mufs sich darin äufsern, dafs das Material reich an Kohlenstoff, möglichst arm an Asche ist. Die Zusammensetzung der Asche spielt auch eine wichtige Rolle, denn manche Aschenbestandteile, wenn auch in relativ geringer Menge enthalten, wie Alkalien und Magnesia, verringern den Wert des Kohlenstoffmaterials in erheblichem Mafse, auch wenn dasselbe sonst infolge seines Kohlenstoffreichtums als verwendbar zur Carbidfabrikation erscheint. Von den in der Natur vorkommenden Kohlenarten sind nur diejenigen mit mehr als 90 Proz. Kohlenstoff für die Carbidfabrikation geeignet. Da die meisten Steinkohlen nur bis 82 Proz., Braunkohlen nur bis 70 Proz. Kohlenstoff enthalten, so sind sie für die Carbidfabrikation nicht ohne weiteres brauchbar. Nur einige Anthracite und besondere schwefelarme Sandkohlen können hierfür Verwendung finden[1]).

Nebenstehende Tabelle (S. 57) giebt eine Zusammenstellung von Analysen solcher Anthracite:

Jedoch auch die verschiedenen kohlenstoffärmeren Naturprodukte können zur Carbidfabrikation verwendet werden, und zwar in Form eines aus denselben gewonnenen kohlenstoffreicheren Materials, des Koks. Bekanntlich wird Koks in der Weise gewonnen, dafs man gewöhnliche Steinkohlen der Destillation unterwirft. Dabei entweicht eine Menge gasförmiger, flüssiger und fester Destillationsprodukte, und als Rückstand hinterbleibt eine sehr kohlenstoffreiche harte Masse.

Der Koks enthält naturgemäfs neben der Kohle auch sämtliche anorganischen (Asche-) Bestandteile der zu seiner Gewinnung verwendeten Kohle, und ist seine Verwertbarkeit für die Carbidfabrikation abhängig von dem jeweiligen Kohlenstoffgehalte, welcher um so gröfser sein mufs, je kleiner der Aschengehalt ist.

Nachfolgende Tabelle (S. 58) giebt eine Zusammensetzung der für die Carbidfabrikation verwendbaren Koksarten.

Die zur Carbidfabrikation verwendeten Koks sollen silbergraue bis hellgraue Farbe, metallischen Glanz, stängeliges Gefüge und hellen Klang besitzen, aufserdem fest, hart und porös sein. Die sogenannten Praschen oder Kleinkoks, d. h. die kleineren, weniger fest geschmolzenen Abfallstücke, können ausnahmsweise ebenfalls verwendet werden, dagegen ist die sogenannte Lösche, der Abfallkoks, unverwendbar.

Nicht nur die Menge der Asche ist für die Verwendung von Koks als Rohmaterial der Carbidfabrikation von Wichtigkeit, sondern auch ihre Zusammensetzung. Von ausschlaggebender Bedeutung ist hierbei der Gehalt an Schwefel und Phosphor, weil beide einen sehr nachteiligen Einflufs auf die Qualität des erhaltenen Carbides ausüben, und

[1]) Über die geeigneten Kohlensorten für Carbidfabrikation vergl. Morehead und de Chalmot, Journ. Amer. Chem. Soc. **18**, 311.

Herkunft	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Wasser in der lufttrockenen Kohle	Analytiker
Deutschland:								
Umgebung von Aachen	91,54	4,18	2,12	—	—	2,25	—	Percys Metallurgie.
Athgrube bei „	90,41	4,03	4,11		—	1,45	—	Heintz, Polyt. Journ. **280**, 66.
Centrum (Worms. Rev.)	90,62	4,50	1,31		—	3,57	—	Ebenda.
Wales:								
Ponticats	91,16	3,11	0,91	2,74	0,86	1,12	—	Lecornu, Ann. d. Min. **14**, 319.
Timber Flöz	93,00	3,08	0,54	1,67	0,68	1,03	—	Ebenda.
Jones u. Co.	91,44	3,46	0,21	2,58	0,79	1,52	—	Ebenda.
Pembrokeshire	94,18	2,99	0,50	0,76	0,59	0,93	—	Ebenda.
Bigflöz	92,56	2,11	4,68		0,12	0,43	0,11	C. H. Perkins.
Bransflöz	91,11	3,58	3,24		0,59	1,51	—	Engineering **1890**, **2**, 201.
Nixens Mertyr	90,27	4,12	0,63	2,53	1,20	1,25	—	Percys Metallurgie.
bei Swansea	92,56	3,33	2,53	—	—	1,58	—	
Südwales	90,39	3,28	2,97	0,83	0,91	1,61	2,00	Percys Metallurgie.
Frankreich:								
Isère	94,00	1,49	0,85		—	2,25	—	Jacquelin.
Mayenne	91,45	4,18	2,12		—	4,00	—	„
Amerika:								
Anthracite Mine Denver	89,45	3,33	0,66	1,19	0,78	4,00	0,59	Regnault, Fischers Jahrb. **1893**, 381.
Pennsylvanien	90,45	2,43	2,45	—	—	4,67	—	Percys Metallurgie.
„	92,59	2,63	1,01	0,92	—	2,25	—	Ebenda.

Herkunft	Kohlenstoff	Asche	Schwefel	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Analytiker
Unbestimmt; Betrieben bestehender Carbidwerke entnommen.	90,88	7,32	0,27	0,30	0,52	0,63	Caro[1]).
	87,36	9,62	0,50	0,46	0,75	1,31	"
	92,85	5,96	0,42	0,16	0,33	0,28	"
	91,85	5,76	0,63	0,62	0,52	0,62	"
Deutschland:							
Westfalen	91,77	6,933		1,26	0,04	—	Muck[2]).
Belgien:							
Mons basin	91,30	6,20	—	0,33	2,17		M. de Marsilly[3]).
England:							
Dortham	93,15	3,95	—	0,72	0,90	1,28	Richardson.
"	91,58	6,86		0,23	0,31	—	J. J. Bell[3]).
"	91,49	6,32		0,46	1,73	—	"
"	92,98	4,61		0,30	2,11	—	Baer.
"	92,00	0,70		0,20	7,33	—	"
"	93,04	5,09		0,20	1,61	—	"
Australien:							
Neusüdwales	90,88	7,93	0,42	0,31	0,46	1,339	C. H. Mingaye[4]).
Amerika:							
Connellsville	89,576	9,113	0,821	0,300	0,460	—	Mc. Greath[3]).
New River	93,850	5,850	0,300	—	—	—	J. B. Britton.
" "	93,000	6,730	0,270	—	—	—	C. E. Dwigth.
Ohio, Leeteria . . .	93,750	5,380	0,870	—	—	—	Wormley.
Tennessee, Whitesides	94,560	4,650	0,790	—	—	—	Etna Coal Comp.
Colorado, Crested Butles	92,030	6,620	—	1,35		—	F. M. Williamson.

zwar bei ersterem hauptsächlich dann, wenn er in Form von anorganischem (fixem) Schwefel vorhanden ist.

Nachstehende Tabelle (S. 59, oben) giebt einige Aschenanalysen der für die Carbidfabrikation verwendbaren Koks- resp. Steinkohlensorten und eine solche von oberschlesischer Kohle, deren Koks für diese Zwecke ungeeignet ist.

Nicht nur die Steinkohlen liefern bei der Verkokung einen für die Carbidfabrikation brauchbaren Rohstoff. Auch andere kohlenstoffhaltige Materialien geben bei der trockenen Destillation dazu gut verwendbare, kohlenstoffreiche Produkte. In erster Reihe sind hier zu nennen Holz und Torf.

Die trockene Destillation der Holzabfälle liefert in grofsen Mengen Holzkohle, welche für den Hüttenprozefs nicht geeignet ist; diese Holz-

[1]) Sauerstoff aus der Differenz berechnet. — [2]) Chemie der Steinkohle, 1892, 20. — [3]) Weeks Manuf. of Coke. — [4]) Ber. d. geol. Abt. des Bergwerksamtes Sydney, 1890.

Herkunft	Eisenoxyd	Thonerde	Kalk	Magnesia	Kali	Natron	Kieselsäure	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Analytiker
?	36,82		4,56	1,16	0,68		52,63	3,63	0,14	Caro
?	29,63		3,82	1,33	0,89		61,02	2,62	0,22	„
?	53,62		6,22	1,82	0,62		35,76	4,23	0,16	„
Königsgrube	16,06	18,95	3,21	1,97	2,05	—	55,40	1,73	0,36	Grundmann
Newcastle	15,96	12,19	9,99	1,13	1,17	—	59,56	8,20	—	Taylor
Waldenburg	54,47	8,31	3,44	1,60	0,07	0,29	31,30	0,52	—	Krantz
Oberschlesien	26,02	20,63	6,40	4,69	2,98		24,80	9,48	1,09	Jensch

kohle liefert, mit Kalkbrühe geformt, ein ausgezeichnetes Carbidmaterial. Holzkohlen sind an sich sehr kohlenreich und aschenarm.

Kohlenart	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
Eichenkohle	88,2	2,8	7,4	1,6
Erlenkohle	90,9	2,6	4,9	1,6
Lindenkohle	87,3	2,6	6,6	3,5
Pappelkohle	87,5	2,9	7,5	2,1
Weidenkohle	89,2	2,9	6,3	1,6
Faulbaumkohle	90,9	3,0	4,5	1,6
Weinrebkohle	87,6	3,1	5,2	4,1

Die Asche ist wohl reicher an Phosphor als diejenige der Steinkohle, jedoch ist der absolute Gehalt, infolge der geringeren Aschenmenge, kleiner als bei Koks.

Aschenart[1])	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd	Manganoxyd	Schwefelsäure	Kieselsäure	Kohlensäure	Phosphorsäure	Sand
Buchenholzkohle	6,94	0,34	43,04	5,90	0,92	—	0,62	2,13	28,29	7,54	3,66
Tannenholzkohle	5,95	1,95	44,90	4,90	1,92	0,42	0,75	2,25	28,59	6,50	1,64

Die Preislage und namentlich auch die grofsen Entfernungen der Carbidfabriken von den Holzabfälle verarbeitenden Werken, verbunden mit schlechten Frachtverhältnissen, haben verursacht, dafs Holzkohle zur Herstellung des Carbides nur geringen Eingang gefunden hat. Nur probeweise wurde dieselbe von einer jetzt nicht mehr existierenden Industriegesellschaft angewendet, angeblich mit gutem Erfolge.

Ein ebenso gutes Carbidmaterial wie die Holzkohle ist ein anderes Produkt der trockenen Destillation, Torfkoks. Das durch Verkokung von Torf erhaltene Produkt ist hinsichtlich des Kohlenstoffgehaltes dem Steinkohlenkoks zum mindesten gleichwertig, ist ihm aber hinsichtlich

[1]) Thenius, Retorten- u. s. w. Verkohlung, Wien, 1885, 48, 49.

des Aschengehaltes weit überlegen. Versuchsweise erhaltene Torfkoksproben haben einen Aschengehalt von 3 bis 5 Proz. ergeben. Die Zusammensetzung der Asche ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Torfart (Herkunft)	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Thonerde	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Kieselsäure	Kohlensäure	Sand
Harz . . .	0,66	0,44	16,06	2,09	16,01	19,60	5,81	10,12	Spur	nicht bestimmt	—	29,27 [1])
Linum . .	0,15	0,16	48,16	0,44	5,27	18,01	0,53	11,08	0,14	2,22	11,62	2,72 [2])
Schweden .	3,13		20,98	1,46	23,43	12,64	6,56	8,60	0,24	21,96	—	— [3])
Ebenda . .	2,82		24,94	1,47	25,35	18,18	7,49	8,11	0,62	11,01	—	— [4])
Kolbermoor	0,70	0,30	11,20	0,90	28,40	4,50	0,90	2,60	Spur	12,3	1,00	37,2 [5])
Holland .	1,20	1,10	11,70	4,50	2,90	5,30	—	9,70	1,50	9,80	—	51,5 [6])
Schottland	0,70	1,00	1,20	0,40	—	30,70	—	5,50	—	—	—	60,5 [7])
Schonen .	1,50	0,58	20,75	1,42	6,60	17,54	0,42	1,55	0,07	6,50	8,43	33,50 [8])

Die Verunreinigungen des technischen Carbides entstammen hauptsächlich den den Rohmaterialien anhaftenden Beimengungen. Von Einflufs auf die Verunreinigungen des Carbides sind ferner die Bestandteile der zur Fabrikation verwendeten Elektroden, des Ofenmaterials und der bei der Fabrikation verwendeten Brikettierungs- und Zusatzmittel.

Die Elektroden als solche enthalten Aschenbestandteile, deren chemische Zusammensetzung mehr oder weniger derjenigen der Kohlenasche ähnlich ist. Sie üben deshalb in chemischer Beziehung einen ähnlichen Einflufs auf die Zusammensetzung des technischen Carbides aus wie die zur Fabrikation verwendete Kohle selbst.

Eine gewisse Verunreinigung des Carbides entsteht durch die Einwirkung der den Elektrodenhalter bildenden Apparatenteile. Diese, aus Eisen und Kupfer bestehend, schmelzen oft und geben Anlafs zur Bildung von Verunreinigungen.

Das Material der Carbidöfen übt nur einen geringen Einflufs auf die Zusammensetzung des Carbides aus, weil es nur selten mit dem sich bildenden, resp. gebildeten Carbid in Berührung kommt. Von Brikettierungs- bezw. Zusatzmitteln kommt nur Chlorcalcium in Betracht. Dasselbe äufsert sich in einem nachweisbaren Chlorgehalte des fertigen Carbides [9]).

Der Einflufs, den die Verunreinigungen der Rohmaterialien auf das Carbid ausüben, ist zweierlei Natur. Einmal wird durch das Vorhandensein derselben die Herstellung des Carbides ungünstig beeinflufst, dann aber auch dessen Qualität. In ersterer Beziehung wirken namentlich ungünstig gröfsere Mengen von Magnesia und gebundener

---

[1]) Websky. — [2]) Derselbe. — [3]) A. Müller. — [4]) Derselbe. — [5]) Schwarz. — [6]) Anderson. — [7]) Derselbe. — [8]) Jacobsen. — [9]) Vergl. S. 62 unten.

Kieselsäure. Die Gesamtmenge der ersteren darf in einer Carbidcharge nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ Proz., die Menge der letzteren nicht mehr als 1 Proz. betragen.

Eisenoxyd und Kieselsäure beeinflussen, wenn einzeln vorhanden, die Carbidbildung ebenfalls ungünstig. Sind sie aber in Gemengen vorhanden, welche die Bildung von Ferrosilicium gestatten, so hört diese schädliche Wirkung auf, ja im Gegenteil, der Carbidbildungsprozeſs scheint dann leichter zu verlaufen [1]).

Das aus diesen Rohmaterialien hergestellte technische Carbid bildet dunkel gefärbte Massen von deutlich krystallinischem Bruch. Die Farbe des Carbides ist eine wechselnde. Sie schwankt von Hellgrau bis zu einem dunkeln, glänzenden Braunschwarz; manchmal ist das Carbid ausgesprochen braunrot gefärbt. Die hellen Carbidsorten zeigen einen ziemlich fein krystallinischen Bruch und weiſse amorphe Adern, die dunkeln Sorten sind zumeist strahlig krystallinisch und zeigen an frischen Bruchstellen bei Einwirkung der Luft eine lebhafte Irisation. Die ausgesprochen krystallinische Struktur ist kein Beweis für die Güte des Carbides, da auch gut krystallisierte Carbide oft schlechte Gasausbeuten geben.

Das technische Carbid kommt in mehr oder weniger groſsen Stücken in den Handel, deren Gröſse von derjenigen einer Linse bis zu einer Faust schwankt. Hin und wieder kommen flache, tellerförmige oder drusenartige Stücke vor, je nach der angewendeten Fabrikationsmethode.

Auſser diesem stückigen Carbid kommt eine besondere Sorte granulierten Carbides in den Handel, 1 bis 10 mm groſse, ziemlich gleichmäſsige, auf besonderen Vorrichtungen abgesiebte Stücke.

Je nach der Art der Herstellung unterscheidet man geflossenes Carbid [2]) aus kontinuierlichen Öfen (carbure coulé) und Blockcarbid aus diskontinuierlichen Öfen (carbure en pains). Die beiden Sorten zeigen bei der Einwirkung von Wasser ein sehr verschiedenes Verhalten: während das Blockcarbid durch Wasser sehr rasch zersetzt wird, erfolgt die Zersetzung bei den Carbiden ersterer Art nur sehr langsam. Zeitweise sind Carbide in den Handel gekommen, die nur so langsam vom Wasser zersetzt wurden, daſs deren Verwendung für die Zwecke der Acetylenindustrie fraglich geworden ist [3]).

Handelscarbid enthält auch geringere oder gröſsere Mengen von Staub. Dieser Staub ist, da er den weichsten Teilen des Carbides entstammt, und den Einflüssen der Luftfeuchtigkeit am meisten unterworfen ist, stets sehr geringwertig. Das Carbid bildet sehr harte, je nach der krystallinischen Ausbildung spaltbare Stücke. Es ist desto härter, je reiner es ist, und wird deshalb beim Zerkleinern des Car-

---

[1]) Vergl. Rathenau, D. R.-P. Nr. 122 266. — [2]) Vergl. oben S. 37. — [3]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 184.

bides das feinste Carbid stets am geringwertigsten sein, auch wenn die Lufteinflüsse nach Möglichkeit ausgeschieden werden. Ein grobstückiges Carbid ergab beim Zerkleinern folgende Werte:

26	Proz.	Staub	mit	62 Proz.	Reincarbid,
33	„	1 mm	„	68 „	„
16	„	2 „	„	71 „	„
22	„	3 „	„	71,2 „	„
3	„	5 „	„	71,6 „	„ [1])

Das specifische Gewicht des technischen Carbides ist abhängig von dessen Gehalt an Reincarbid. Es beträgt, je nach Reinheit 1,8828 bis 2,3667 [2]).

Die Verunreinigungen des technischen Carbides sind zweierlei; zufällige beim Verpacken des Carbides in dasselbe gelangende Materialien und chemische, im Carbid befindliche.

Die ersteren sind mannigfaltigster Natur; am häufigsten kommen vor: Stücke Koks, abgebrochene Elektroden, Elektrodenklammern u. s. w. [3]). Die Verunreinigungen zweiter Art entstammen allen den Beimengungen, welche sich in den zur Darstellung des Carbides angewendeten Rohmaterialien befinden. Die ständigsten Verunreinigungen sind folgende:

1. Kalk. Derselbe kommt vor als freier Kalk, als Carbonat und in Verbindung mit verschiedenen Metalloiden, so z. B. als Calciumsulfid, Phosphid u. s. w. Makroskopisch oder mikroskopisch ist er zumeist nicht erkennbar, hin und wieder jedoch unterscheidet man im Carbide helle Schlieren und Adern, die sehr kalkhaltig sind. Als zufällige Verunreinigung kommt manchmal im Carbide Chlorcalcium vor, welches zur Brikettierung des Rohmaterials Anwendung findet.

2. Kohle. Die Art und die Abstammung der im technischen Carbide enthaltenen Kohle ist bereits weiter oben beschrieben worden.

3. Silicium. Das Silicium kommt im Carbide in den verschiedenartigsten Formen vor, entsprechend dem Verhalten der Kieselsäure im elektrischen Ofen bei Gegenwart von Kalk, Kohle, Eisen u. s. w. Mit Sicherheit sind folgende Verbindungen erkannt worden: Calciumsilicid [4]) wird schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Wasser zersetzt und giebt Siliciumwasserstoff neben Wasserstoff. Es ist anzunehmen, dafs hierbei nicht die Verbindung $SiCa_2$ vorliegt, die von Wasser nicht zersetzt wird, sondern das von Wöhler [5]) beobachtete Si_2Ca, welches jedoch wahrscheinlich nur ein Gemisch von Calcium und Silicium ist. Bei der Einwirkung von Wasser giebt dieses Gemisch Wasserstoff, welcher im Augenblick seiner Entstehung auf Silicium

[1]) Caro, Originalmitteilung; vergl. auch Mecke, Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 178. — [2]) Neuberg, Journ. f. Gasbel. 1900, 174. — [3]) Vergl. Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 185. — [4]) Le Chatelier, Bull. Soc. Chim. 27, 793. — [5]) Liebigs Ann. 125, 225; 127, 227.

unter Bildung von Siliciumwasserstoff einwirkt. Genaue Analysen[1]) haben ergeben, dafs technisches Carbid bei Zersetzung mit Wasser fast immer gröfsere oder geringere Mengen Siliciumwasserstoff giebt, es ist deshalb anzunehmen, dafs im Carbid stets eine gröfsere oder geringere Menge Calciumsilicid vorhanden ist. Aufser letzterem enthält das technische Carbid eine durch Wasser nicht zersetzliche, dagegen durch Säuren spaltbare Siliciumverbindung, deren Natur jedoch nicht feststeht[2]).

Hauptsächlichst kommt Silicium in Form zusammengeschmolzener, weder durch Wasser, noch durch Säuren zersetzbarer Verbindungen, manchmal in recht grofsen Mengen, vor[3]). Die chemischen Formen, in denen so gebundenes Silicium vorkommt, sind mannigfache. Festgestellt ist das Vorkommen als Carborundum, SiC, in Form blau oder grün gefärbter hexagonaler Krystalle[4]), ferner als Ferrosilicium und als ein Carbo-Ferrosilicium[5]). Die Zusammensetzung dieser Verbindungen, die als äufserst harte, weifse metallische Kugeln und Einschlüsse oft von ziemlich grofsen Dimensionen vorkommen, ist eine sehr schwankende. Untersuchungen ergaben beim Ferrosilicium einen Gehalt von 26,4 Proz. Si und 73,6 Proz. Fe[6]), ferner folgende Resultate:

Fe	74,6	74,5	82,1	67,1	62,7
Si	24,8	22,1	16,3	29,6	33,5
C	0,6	2,2	1,3	0,1	0,2
Diverse . .	0,2	1,2	0,3	3,2	3,6[7]).

Die siliciumarmen Verbindungen werden durch Säuren leichter angegriffen als die siliciumreichen. Diese letzteren lassen sich lediglich durch Schwefelsäure und Flufssäure, oder durch Schmelzen mit Soda und Salpeter aufschliefsen.

Neben Eisen, Silicium und Kohlenstoff enthalten die Einschlüsse von Ferrosilicium noch Magnesia, Kalk, Thonerde u. s. w. Als zufällige Verunreinigung ist Kupfer beobachtet worden in einem Ferrosilicium von folgender Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.
C	1,03	0,66	5,75	—
Si	27,01	24,00	27,00	19,60
Fe	58,96	51,58	60,62	58,50
Cu	12,76	23,76	4,66	21,90
P	—	—	1,97	—

Dieses Ferrosilicium bildet entweder rötliche Stücke der Härte 7 bis 8 (Proben I und II) oder auch rein graue, sehr spröde Stücke von

[1]) Vergl. den Abschnitt „Analyse des Acetylens". — [2]) Moissan, Compt. rend. 127, 459. — [3]) Caro, Originalmitteilung. — [4]) Moissan, Compt. rend. 127, 459. — [5]) Derselbe, a. a. O.; vergl. auch Hanekop, Ztsch. f. ang. Chem. 1899, 592. — [6]) Chem. Rept. 1898, 13, 116. — [7]) Caro, Originalmitteilung.

der Härte 8 bis 9 (Proben III und IV). Den Kupfergehalt verdanken diese Einschlüsse wohl der Stromzuleitung, die durch einen Kurzschluſs in den Ofen gelangte [1]).

Ferner ist Silicium in Form aufeinander geschichteter Krystalle von Kieselsäure beobachtet worden [2]).

Schwefel. Der Schwefel befindet sich im technischen Carbide in Form dreierlei Verbindungen, als Calciumcarbosulfid, Calciumsulfid und Aluminiumsulfid. Die beiden letzteren Verbindungen werden durch Wasser unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff zersetzt; die erstere Verbindung ist gegen Wasser und verdünnte Säuren widerstandsfähig, wird aber durch konzentrierte Säuren unter Entbindung von Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffen (hauptsächlichst Acetylen) gespalten. Auch bei der Zersetzung des Carbides durch Wasser bei hoher Temperatur [Tropfapparate [3])] tritt eine teilweise Zersetzung dieser Verbindung ein. So sind von der auf den Gesamtschwefelgehalt des Carbides zu 8,53 Proz. gefundenen Schwefelmenge des Carbosulfides bei Anwendung eines Tropfapparates nur 0,82 Proz. in dem in Salzsäure unlöslichen Rückstande gefunden worden, bei einem anderen Versuche nur 0,01 Proz. [4]).

Das Calciumsulfid und das Calciumcarbosulfid verdanken ihre Existenz der Anwesenheit von schwefelsaurem Kalk im angewendeten Kalke und von Schwefel in der zur Fabrikation verwendeten Kohle. Bei kurzer Einwirkung des elektrischen Stromes auf ein Gemenge von Sulfat und Kohle entsteht ein krystallinisches Calciumsulfid [5]) und erfolgt die Bildung des im Carbide enthaltenen Sulfides auf diesem Wege. Die Menge des Sulfides kann jedoch bei der Carbidfabrikation erheblich vermindert werden, denn bei der Temperatur des elektrischen Ofens findet unter Einwirkung von Kohle zunächst eine Kohleaufnahme und Spaltung unter Bildung des Carbosulfides

$$2\,CaS + C_2 = CaC_2CaS + S$$

und dann totale Spaltung unter Bildung von Carbid statt:

$$CaC_2CaS + C_2 = 2\,CaC_2 + S.$$

Diese letztere Reaktion ist von Döllner und Jacobsen [6]) zur Herstellung von Carbid aus Sulfaten benutzt worden.

Das Aluminiumsulfid entsteht in jedem Falle dann, wenn Thonerde und Schwefel vorhanden sind. Es bildet sich hieraus unter Einwirkung von Kohle in Form des krystallinischen Aluminiumpentasulfides, welches

---

[1]) Ahrens, Ztsch. f. ang. Chem. 1900, 439. — [2]) Moissan, Compt. rend. 127, 458; vergl. auch Marsden, Proc. of royal soc. 1880/81, 20. — [3]) Vergl. diese weiter unten. — [4]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 837. — [5]) Mourlot, Thèse à la faculté des Sciences de Paris 1889. — [6]) D. R.-P. Nr. 189 959 von Jacobsen.

bei der Temperatur des elektrischen Ofens beständig ist[1]). Die Menge dieses Sulfides läfst sich ebenfalls durch Schmelzung mit einem Kohlenüberschufs herabmindern, denn auch hierbei tritt eine Spaltung in Aluminiumcarbid und Schwefel ein[2]).

Das im Carbide enthaltene Schwefelcalcium kann direkt nachgewiesen werden, wenn man Carbid mit Zuckerlösung zersetzt und die zurückbleibenden Kryställchen mit Bleiessig anfeuchtet. Hierbei färben sich die weifsen Teilchen Schwefelcalcium intensiv schwarz[3]).

Es ist anzunehmen, dafs in den oben beschriebenen drei Formen der gesamte Schwefel des Carbides enthalten ist; als Schwefelsilicium kann Schwefel nicht vorhanden sein, da dasselbe bei hoher Temperatur flüchtig ist[4]).

Phosphor. Einen sehr wichtigen Bestandteil der Carbidverunreinigungen bildet der Phosphor. Er entstammt dem im kohlensauren Kalke enthaltenen phosphorsauren Kalke und den in der Kohle enthaltenen Phosphorverbindungen. Aus diesen entsteht bei der Temperatur des elektrischen Ofens und bei Anwesenheit von Kohle Phosphorcalcium und zwar von der Zusammensetzung P_2Ca_3. Dieses Phosphorcalcium zerfällt beim Erhitzen im elektrischen Ofen bei Kohleüberschufs in Carbid und Phosphor

$$P_2Ca_3 + 6C = 3CaC_2 + P_2$$ [5]),

eine Reaktion, die zu technischen Zwecken, nämlich zur Darstellung von Phosphor aus Phosphaten, Anwendung gefunden hat[6]). Phosphorcalcium wird durch Wasser zersetzt, wobei sich Calciumhydroxyd bildet und Phosphorwasserstoff entweicht.

Es ist anzunehmen, dafs sich im Carbide noch eine andere Phosphorverbindung befindet. Schmilzt man nämlich, wie beim Kapitel „Chemie des Acetylens" [7]) dargelegt wird, Phosphor mit Calciumcarbid, so erhält man eine Substanz, die beim Zersetzen mit Wasser ein Gas liefert, welches scheinbar eine Verbindung von Acetylen und Phosphorwasserstoff ist[8]). Dies macht es wahrscheinlich, dafs im Carbide neben Calciumphosphid ebenfalls ein Calciumcarbophosphid vorliegt.

Das im elektrischen Ofen erhaltene Calciumphosphid wird durch Wasser zersetzt unter Bildung eines nicht selbstentzündlichen Gases[9]). Leitet man aber über Carbid, welches Phosphorcalcium enthält, Phosphordampf und wäscht das erhaltene Produkt mit Schwefelkohlenstoff zur Entfernung etwa mechanisch niedergeschlagenen Phosphors, so erhält man ein Produkt, welches beim Zersetzen mit Wasser selbst-

---

1) Mourlot, Compt. rend. 1896, 123. — 2) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 97. — 3) Moissan, Compt. rend. 127, 457. — 4) Vergl. Otto, Pogg. Ann. 112, 136. — 5) Moissan, Elektr. Ofen, Nachtrag, 41. — 6) Frank und Hilpert, D. R.-P. Nr. 92838. — 7) Vergl. weiter unten. — 8) Lidow, Journ. russ. phys.-chem. Ges. 6./18. November 1897. — 9) Moissan, a. a. O.

entzündliches Gas liefert[1]). Es ist anzunehmen, dafs hierbei eine Reaktion vor sich geht, wie sie Lidow beschrieben hat.

Bei der Zersetzung des Phosphides mit Alkalien erfolgt neben der Bildung von Phosphorwasserstoff auch diejenige von hypophosphoriger Säure und von Wasserstoff. (Über diese Reaktion s. weiter unten.)

Von den aus den Rohmaterialien stammenden Verunreinigungen des Carbides sind noch hauptsächlich zu nennen: Eisen, Magnesia, Thonerde und Arsen.

Eisen befindet sich vorzugsweise in Form der oben beschriebenen Silicide und als Oxyd. In dieser letzteren Form ist das Eisen die hauptsächlichste Ursache der Färbung des an sich farblosen Carbides. Erhitzt man chemisch reines weisses Calciumcarbid mit einer kleinen Menge Eisenoxyd im elektrischen Ofen in einem Tiegel aus reinem Graphit, so erhält man ein Calciumcarbid, welches genau den Schimmer und das sonstige Aussehen des technischen Produktes zeigt[2]).

Aufserdem findet man in manchen Carbiden eisenhaltige, kugelförmige Massen von metallischem Aussehen, die zumeist von den Fassungen der Elektroden herrühren und nicht näher untersucht worden sind[3]).

Magnesia. Der Gehalt des Carbides an Magnesia ist stets ein sehr geringer. Einerseits wird infolge des ungünstigen Einflusses, den Magnesia auf den Gang des Carbidbildungsprozesses ausübt, das zur Darstellung der Carbide verwendete Rohmaterial möglichst magnesiafrei gewählt. Andererseits tritt bei der Einwirkung von Kohle auf Magnesia eine Reduktion und, bei der hohen Temperatur des elektrischen Ofens, eine Verflüchtigung des entstehenden Magnesiums ein.

Aluminium befindet sich fast ausschliefslich in der Form des Aluminiumsulfides im Carbide. Der in Salzsäure unlösliche Rückstand von Carbid enthält gewöhnlich nur geringe Mengen Thonerde[4]).

Arsen ist eine zufällige Verunreinigung des Carbides, welche in Spuren bei einigen Sorten vorkommt[5]). Es befindet sich in Form des durch Wasser zersetzbaren Arsenides, welches bei der Reduktion von Arseniat und Kohle im elektrischen Ofen als eine nicht flüchtige Verbindung gebildet wird[6]).

Aufser diesen, den Rohmaterialien entstammenden Verunreinigungen des technischen Carbides enthält dasselbe in schwankenden Mengen, doch ständig, noch eine Verunreinigung, die hauptsächlich der Einwirkung der atmosphärischen Luft zuzuschreiben ist. Diese Verunreinigung ist der Stickstoff. In welcher Form dieses Element darin enthalten ist, ist mit Sicherheit nicht festgestellt worden. Je nach der

---

[1]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 99. — [2]) Moissan, Compt. rend. 1899, 92. — [3]) Derselbe, Elektr. Ofen, Nachtrag, 16. — [4]) Caro, Originalmitteilung. — [5]) Derselbe, Originalmitteilung. — [6]) Lebeau, Compt. rend. 128, 25.

Zusammensetzung der Rohmaterialien und der Darstellungsweise kann die Stickstoffbindung in verschiedener Art vor sich gehen. Ist Magnesia vorhanden, so kann aus dem hieraus entstehenden Magnesium unter der Einwirkung von Carbid und Luft Magnesiumnitrid entstehen [1]). Erhitzt man nämlich über Carbidpulver geschichtetes Magnesium, so entsteht Magnesiumstickstoff in nicht unbeträchtlichen Mengen. Letzterer wird durch Wasser unter Bildung von Magnesia und Ammoniak zersetzt.

Bei Anwesenheit von Aluminium kann Aluminiumnitrid entstehen, welches von Wasser ebenfalls zersetzt wird, und zwar in Thonerde und Ammoniak [2]).

Ist Calciumphosphid zugegen, so erfolgt bei hoher (1200°) Temperatur eine Bindung von Stickstoff und Bildung eines Produktes, welches mit Wasser Ammoniak und Phosphorwasserstoff giebt [3]). In allen Fällen findet jedoch auch eine Bindung von Stickstoff an der Oberfläche des Carbides während des Erkaltens nach dem Herausnehmen aus dem Ofen statt, entsprechend der Reaktion:

$$CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C,$$

d. h. also unter Bildung von Amidocyanid [4]). Dieses Amidocyanidcalcium wird durch Wasser zersetzt, indem die monohydrierte Verbindung $CaH_2(CN_2)_2$ entsteht. Letztere wird beim Erwärmen mit Wasser unter Freiwerden von Ammoniak verseift.

Eine Bildung von Cyanid, wie sie angenommen wurde [5]), erfolgt bei der Carbiddarstellung nicht, denn die Zersetzungstemperatur des Calciumcyanids liegt niedriger, als die Entstehungstemperatur des Carbides, beim Abkühlen aber Stickstoff, wie oben erwähnt wurde, in Form des Amidocyanids absorbiert wird [6]).

Der Gehalt des technischen Carbides an diesen Verunreinigungen ist ein sehr wechselnder. So schwankt z. B. die Menge des im Carbide enthaltenen Kalkes zwischen 0,4 bis 12 Proz., der Kohle 0,6 bis 6,3 Proz., des Siliciums 0,01 bis 8,6 Proz., des Schwefels 0,07 bis 0,63 Proz., des Phosphors 0,001 bis 0,012 Proz., des Eisens 0,02 bis 3,8 Proz., des Stickstoffs 0,002 bis 0,40 Proz. [7]).

Zum Schlufs mögen als Beispiel einige Analysen technischer Carbide Platz finden, die in der Prüfungsstelle für Carbid und Acetylen ausgeführt wurden.

---

[1]) Rossel, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 1, 205. — [2]) L. Frank, Chem.-Ztg., Rep. 263, 97; Bamberger, Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 720. — [3]) Moissan, Elektr. Ofen, Nachtrag, 43. — [4]) Frank und Caro, D. R.-P. Nr. 108 971. — [5]) Bamberger, Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 720. — [6]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 100; daselbst Originalquellen. — [7]) Rossel, Reinigung des Acetylens u. s. w., Schweizer. Baubl. 1901; Moissan, Compt. rend. 177, 458; Chuard, Bull. soc. chim. 17, 678; Caro, Originalmitteilung.

Bezeichnung	Schnell entwickelndes Carbid	Schnell entwickelndes körniges Carbid	Schnell entwickelndes poröses Carbid	Langsam entwickelndes schwarzes Carbid	Langsam entwickelndes graues Carbid	Sehr langsam entwickelndes Carbid
CaC_2	86,60	90,12	83,23	86,40	85,20	84,60
C	0,36	2,36	6,12	3,26	1,36	2,24
$CaO + CO_2$ . .	10,63	4,42	6,62	6,63	3,52	8,63
Si	0,86	1,32	0,32	1,28	1,30	0,53
P	0,01	0,005	0,006	0,005	0,01	0,006
S	0,02	0,032	0,022	0,236	0,18	0,220
N	0,01	0,01	0,020	0,220	0,20	0,130
Fe_2O_3	1,12	1,03	2,31	0,832	0,66	1,340
MgO	0,02	0,005	0,32	0,536	0,63	1,230
Al_2O_3	0,02	0,26	0,28	0,242	1,28	0,920
unbestimmt . .	0,35	0,438	0,752	0,368	0,66	0,164

Die Analyse einer im Mai 1899 in Budapest ausgestellten Carbidprobe ergab folgende Resultate [1]):

Calciumcarbid	94,2	Proz.
Kalk	0,9	„
Kohle	0,6	„
Kieselsäure und Carbonate . . .	2,8	„
Unbestimmte Bestandteile . . .	1,5	„

Zerkleinerung und Absiebung des Carbides.

Das aus dem Carbidofen entnommene Produkt besteht aus dreierlei Substanzen: 1. aus unverschmolzener Masse, d. h. einem Gemisch von Kalk und Kohle; 2. aus minderwertigem Carbid, und endlich 3. aus dem technischen Reincarbid.

Beim Blockofen erhält man gewöhnlich eine mehr oder minder hohe Prisme, bestehend aus technischem Reincarbid, welche mit einer fest anhaftenden Kruste minderwertigen Carbides und unverschmolzener Masse umgeben ist. Der Block ist eingebettet in das ursprüngliche Gemisch. Beim Abstichsofen erhält man das Carbid in mehr oder weniger grofsen Klumpen, welche einzeln dasselbe Gefüge zeigen wie der Carbidblock, nur dafs die Kruste minderwertigen Carbides eine erheblich geringere resp. gar nicht vorhanden ist. Bei gewöhnlichem Blockofenbetriebe beträgt die Menge der unverschmolzenen Masse etwa 15 bis 20 Proz., diejenige des geringwertigen Carbides im Durchschnitt 5 bis 7 Proz.; beim Abstichsofenbetriebe, bei welchem eine gewisse Menge Carbides von Zeit zu Zeit abgelassen wird, betragen diese Mengen

[1]) Ludwig, Taschenbuch 1901, 68.

10 bezw. 5 bis 7 Proz., und bei Öfen, bei denen das Rohmaterial durch eine Lichtbogenzone durchfällt, 20 bis 25 Proz. bezw. 3 bis 4 Proz.

Für Zwecke des Handels ist eine Trennung des hochprozentigen Carbides von den minderwertigen Produkten des elektrischen Ofens unerläfslich. Zum Teil erfolgt diese Trennung bereits am Ofen und zwar in der Weise, dafs der Carbidblock resp. die Carbidklumpen äufserlich abgeputzt und durch leichtes Abklopfen von den anhaftenden Massen befreit werden. Das dem Ofen entnommene unverschmolzene Gemisch bezw. der so erhaltene Abfall wandert direkt wieder in den Zuführungstrichter des Carbidofens, während z. B. der in den Staubkammern abgesetzte Staub erst wieder mit Koks vermischt wird.

Das äufserlich abgeputzte Carbid wird nunmehr nach Möglichkeit von dem anhaftenden minderwertigen Carbid befreit. Diese Operation kann bei Carbidblöcken erheblich besser ausgeführt werden als bei Carbidklumpen, die aus Abstichsöfen stammen, weil sie am zweckmäfsigsten von Hand aus geschieht. Die Blöcke werden entweder mit Hämmern oder mit mechanisch angetriebenen Meifseln bearbeitet und erst nach Entfernung der Kruste den Zerkleinerungsmaschinen zugeführt. Die so erhaltenen reinen Blöcke bezw. Carbidklumpen erfahren eine weitere Reinigung in den Brechwerken. Beim Zerkleinern des Carbides zerfallen die anhaftenden Krusten des minderwertigen Carbides zu Staub und werden deshalb beim nachträglichen Absieben von den Carbidstücken getrennt. Der hierbei erhaltene Staub und der durch Abputzen der Carbidstücke erhaltene Abfall bildet einen sehr lästigen Rückstand der Carbidfabrikation; derselbe kann nicht ohne weiteres verschmolzen werden, weil seine Zusammensetzung nicht dem in den Öfen angewendeten Verhältnis von Kalk und Kohle entspricht; er mufs deshalb mit Zuschlägen versehen werden, eine ungemein lästige und nur mit Vorsicht auszuführende Operation. In Fabriken, in welchen nur eine Zerkleinerung, aber keine Absiebung des fertigen gebrochenen Carbides erfolgt, wird die weitere Reinigung in der Weise ausgeführt, dafs die nur zerschlagenen, aber nicht weiter zerkleinerten Carbidblöcke resp. die Carbidklumpen kurze Zeit in Mühlen, ähnlich der Griffin-Mühle, behandelt werden. Ohne dafs eine Zerkleinerung eintritt, erfolgt hierbei ein äufserliches Abscheuern der Carbidstücke, und wird durch einmaliges Absieben das Carbid von dem abgescheuerten minderwertigen Produkt getrennt. Das Carbid selbst wird sodann in gewöhnlicher Weise zerkleinert, ohne dafs ein weiteres Absieben erfolgt.

Für die rationelle Ausnutzung des Carbides bei der Acetylenentwickelung ist es von grofser Bedeutung, dasselbe in der richtigen Korngröfse anzuwenden. Carbid in zu grofsen Stücken soll ebenso wenig zur Entwickelung benutzt werden wie staubförmiges. Die Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins verlangen nur, dafs das Carbid einerseits nicht in Stücken über Faustgröfse geliefert wird, andererseits aber nicht über 5 Proz. Staub enthalte, wobei unter Staub alles das

verstanden wird, was durch ein Sieb von 1 qmm lichter Maschenweite hindurchfällt. Zweifellos würde aber ein Carbid, welches zwar nicht mehr als 5 Proz. Staub enthält, aber doch zum gröfsten Teil ein Sieb von 2 bis 3 qmm Maschenweite passiert (Kleincarbid), für gewöhnlich als nicht normal anzusehen sein. Bei der Zerkleinerung des Carbides kommt es deshalb sehr darauf an, solche maschinelle Vorrichtungen zu benutzen, welche die Zerkleinerung in der Weise ermöglichen, dass dabei der Gehalt an Staub bezw. an Kleincarbid auf das geringste Mafs heruntergedrückt wird.

Für bestimmte Acetylenapparate, wie sie namentlich in nicht deutschen Ländern vielfach im Gebrauche sind, wird ein Carbid von ganz bestimmter Korngröfse (granuliertes Carbid) vorgeschrieben, ebenso für Fahrrad- und Wagenlaternen. Derartiges Carbid wird durch Anwendung von Sieben mit ganz bestimmter Maschenweite nach unten und oben gewonnen.

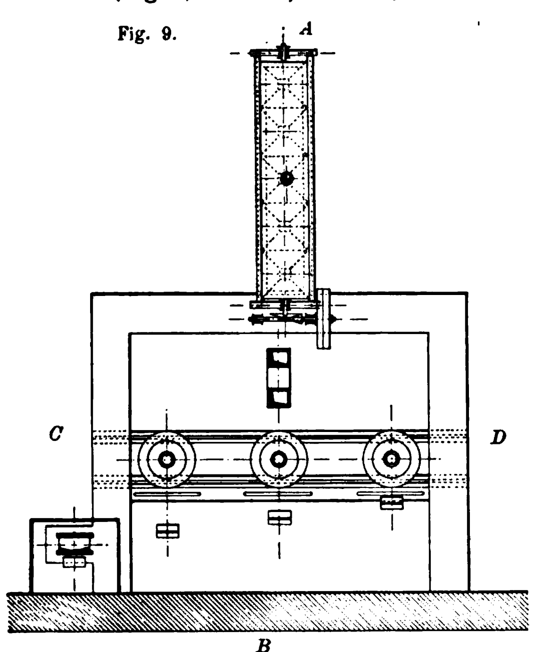
Zur Zerkleinerung wurden alle möglichen Maschinen in Gebrauch genommen, z. B. Schlagkreuzmühlen, Desintegratoren, Walzwerke; jedoch keine derselben befriedigte, weil bei ihrer Benutzung immer zu viel Staub entstand. Diese Maschinen wurden nur von wenigen Werken kurze Zeit angewendet, jedoch bald wieder aufser Betrieb gesetzt, weil ihre Resultate gar zu schlecht waren. Sollten sie z. B. faustgrofse Stücke auf etwa Haselnufsgröfse zerkleinern, so erhielt man bis 20 bis 30 Proz. Staub, der durch ein Sieb von 1 qmm Maschenweite gesiebt werden konnte. Die Bauart und der Vorgang der Zerkleinerung zeigen übrigens schon, dafs die fraglichen drei Maschinen zur staubfreien Zerkleinerung von Carbid nicht geeignet sind. Das Mahlgut mufs z. B., um die verlangte Haselnufsgröfse zu erlangen, viel zu lange in den Schlagkreuzmühlen oder in den Desintegratoren verbleiben, wird dadurch einer zu grofsen Anzahl Schläge ausgesetzt und bei der harten Beschaffenheit des Materials werden von demselben zu viel kleinere Stücke abgeschlagen und abgerieben, wodurch der grofse Prozentsatz an Staub entsteht. Die Walzwerke besitzen den Nachteil, dafs sie, um ihnen einigermafsen grofse Stücke aufgeben zu können, sehr grofse Walzen besitzen müssen und daher teuer werden; dazu kommt noch, dafs das Mahlgut bei der cylindrischen Form der Walzen seitlich nicht ausweichen kann und es daher, um zwischen den Walzen hindurchfallen zu können, vollständig zerdrückt werden mufs, wobei sehr viel Feingut entsteht.

Die vielfach im Gebrauch befindlichen Backenbrecher gewöhnlicher Konstruktion zerkleinern das Material, indem die beweglichen Brechbacken stets parallel gegen die feste Backe drücken. Es kann also auch hier das Brechgut seitlich nicht ausweichen und mufs daher zermalmt werden. Einen grofsen Vorzug gegenüber den oben erwähnten drei Maschinen besitzt aber der Backenbrecher dadurch, dafs er auch grofse Stücke zu zerkleinern vermag. Er besteht aus einem starken gufs-

eisernen rechteckigen Rahmen, an dessen innerer Schmalseite ein Brechbacken mit Zähnen aus Hartgufs befestigt ist. Ein zweiter gleichfalls aus Hartgufs hergestellter Brechbacken pendelt, durch einen Kniehebel bewegt, gegen den erst erwähnten Brechbacken und zerdrückt das zwischen beide Backen gebrachte Material. Der Kniehebel, durch eine Zugstange und eine Excenterwelle mit Schwungrädern in vertikaler Richtung bewegt, hat an der beweglichen Brechbacke ein Stützlager, das andere Stützlager befindet sich am Hauptgehäuse und ist so eingerichtet, dafs es mittels eines Keiles horizontal verschoben werden kann. Dadurch kann man die Spaltweite des Brechmaules und also auch die Brechgröfse verändern.

Als sehr brauchbare Maschine zum Zerkleinern des Carbides haben sich die Konusbrecher (Fig. 9, 9a u. 9b) bewährt, weil die Gestaltung des

Fig. 9.

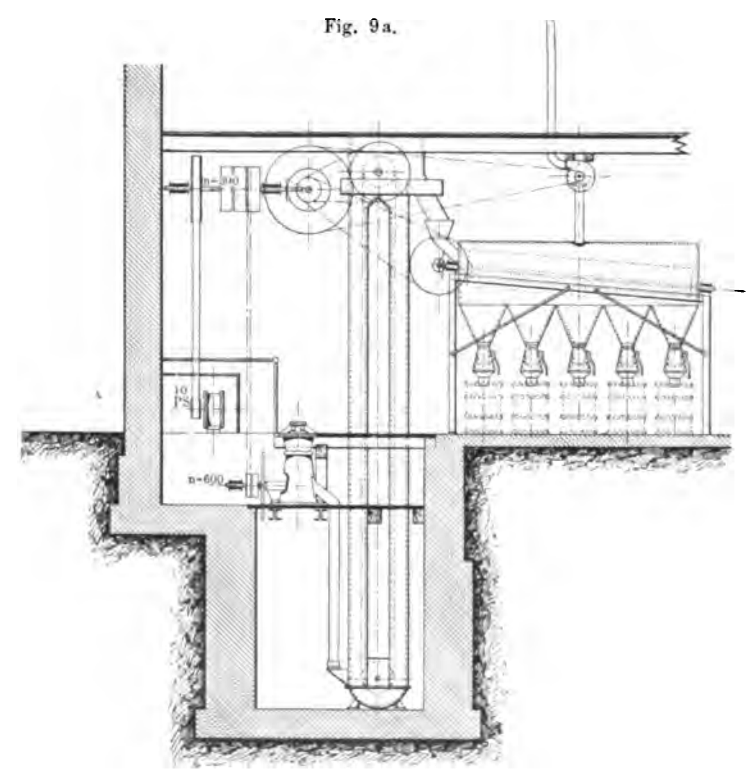


Calciumcarbidbrecheranlage nach C. T. Speyerer & Co., Berlin.
Grundrifs der Brech- und Siebanlage.

Brechmaules ein seitliches Ausweichen des gebrochenen Materials gestattet und daher ein völliges Zersplittern und Zerdrücken desselben verhindert wird. Die Konstruktion der Konusbrecher ist gegenüber den Backenbrechern eine vollständig verschiedene. Wie schon der Name sagt, besitzen erstere Art von Brechern Konusse, und zwar einen äufseren, innen mit Hartgufsbrechbacken versehenen kegelförmigen Mantel, dessen engerer Teil nach unten zeigt. In dem Mantel bewegt sich ein mit seiner Spitze nach oben zeigender an einer Welle sitzender Brechkonus, der

durch eine besonders konstruierte Führung excentrisch und rotierend in dem Stahlmantel bewegt wird. Der Brechkonus nähert und entfernt sich also von dem letzteren und vergröſsert und verringert den durch Brechmantel und Brechkonus gebildeten Spalt. Wird nun das Carbid zwischen die letzterwähnten Teile gebracht, so rollt der Brechkonus auf dasselbe, zerdrückt es, und das gebrochene Gut kann durch den sich öffnenden Spalt aus der Maschine fallen. Mittels einer besonderen Vorrichtung läſst sich durch Heben oder Senken des Brechkonusses die

Fig. 9a.



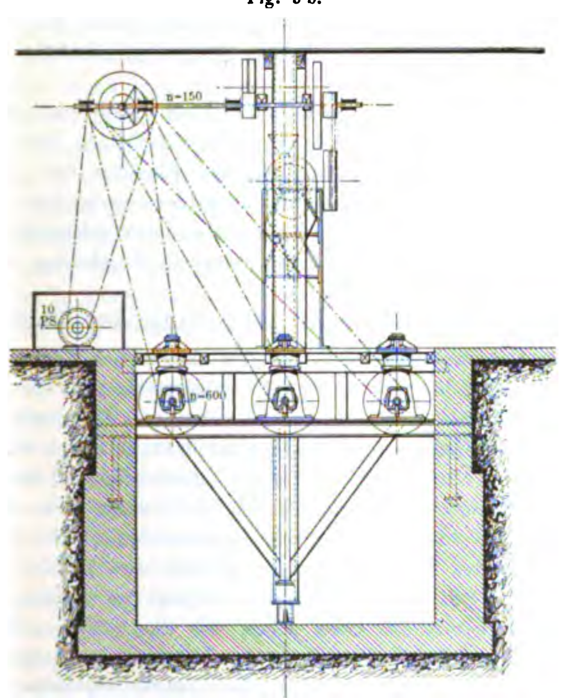
Calciumcarbidbrecheranlage nach C. T. Speyerer & Co., Berlin. Schnitt *A* bis *B* (vergl. Fig. 9) durch Carbidbrecher und Elevatorgrube mit Seitenansicht der Maschinen.

Spaltweite und damit die Korngröſse des gebrochenen Materials vergröſsern oder verkleinern. Die Staubbildung bei den Konusbrechern ist eine sehr geringe. Brecher, welche das Carbid von etwa 30 : 30 : 15 cm auf etwa 40 bis 50 mm zerkleinern, liefern hierbei $1^1/_2$ bis 3 Proz. Staub, welcher durch ein Sieb von 1 qmm Maschenweite fällt. Wird Calciumcarbid auf kleineren Brechern von etwa Faustgröſse auf etwa Haselnuſsgröſse und kleiner gebrochen, so entstehen nur etwa 5 bis 6 Proz. Staub unter 1 qmm Gröſse. Diese Resultate sind als sehr günstige zu bezeichnen.

Zum Sortieren des gebrochenen Carbides in verschiedene Körnungen werden Rüttelsiebe und Trommelsiebe benutzt, welche so eingerichtet sind, dafs sie in einer Operation das Aufgabegut je nach Gröfse trennen. Am häufigsten werden Trommelsiebe angewendet, weil ihre einfache, leicht zugängliche Konstruktion in mancher Hinsicht gegenüber den Schüttelsieben Vorteile bietet. Sie bestehen aus einem aus Siebblechen oder Drahtgeweben gebildeten cylindrischen oder kegelförmigen Rohr, das, auf Rollen oder auf eine durch seine Mitte hindurchgehende Welle gelagert, mittels Riemenscheiben gedreht wird. Die



Fig. 9 b.



Calciumcarbidbrecheranlage nach C. T. Speyerer & Co., Berlin. Schnitt *C* bis *D* (vergl. Fig. 9) durch Carbidbrecher und Elevatorgrube mit Vorderansicht der Maschinen.

Siebbleche resp. Siebgewebe besitzen abteilungsweise verschieden grofse Lochung, und zwar ist an der Aufgabestelle des Siebgutes das feinste Sieb angebracht, während die groben Siebe entsprechend folgen. Unter jeder Siebabteilung befindet sich ein Sammeltrichter, in welchem sich die Carbidstückchen gleicher Gröfse sammeln. Dieselben können durch einen Schieberstutzen abgelassen werden. Die Siebtrommel cylindrischer Form wird etwas schräg gelegt, damit das Aufgabegut in derselben selbstthätig weiter befördert wird. Bei kegelförmigen Sieben sind jedoch die Lagerstellen horizontal angebracht, weil die Form des Rohres schon das Weiterschreiten des Siebgutes gestattet. Das Trommelsieb

nebst Sammeltrichter ist zur Vermeidung von Staub mit einem Blechmantel umgeben.

Die Rüttelsiebe bestehen aus einem gufseisernen Gestell, in welchem ein schräg stehender Kasten mittels eines Daumenrades in rüttelnde Bewegung versetzt wird. Der Kasten dient zur Aufnahme mehrerer übereinander liegender Siebrahmen, welche entsprechend der Anzahl der gewünschten Körnungen mit mehr oder weniger feinem Siebgewebe bespannt sind. Der oberste Rahmen erhält das gröbste Sieb und nacheinander kommen die entsprechend feineren. Am unteren Ende des Kastens sind der Siebanzahl entsprechend Ausläufe und darunter Blechkasten angebracht, in welchen sich das Carbid der Gröfse nach sammelt. Mit den erwähnten Sieben können gleichzeitig bis zu acht Körnungen erzeugt werden.

In Fig. 9, 9a und 9b wird eine Calciumcarbidbrecheranlage der vorbeschriebenen Art nach C. T. Speyerer & Co. in Berlin von drei kleinen Konusbrechern in Verbindung mit Elevator und Trommelsieb veranschaulicht. Mit diesen Anlagen sind zahlreiche der jetzt arbeitenden Carbidfabriken eingerichtet, während ein anderer erheblicher Teil derselben mit Backenbrechern vom Grusonwerk in Magdeburg versehen ist.

Imprägnierung und Präparierung des Carbides.

Da das Calciumcarbid den meisten chemischen Einflüssen gegenüber vollständig widerstandsfähig ist, andererseits aber der Angriff des Wassers und Wasserdampfes stets nur von seiner Oberfläche aus stattfindet, so lag der Gedanke nahe, die Carbidstücke durch oberflächliche Tränkung bezw. Überziehen mit einer luftdichten Schicht einerseits haltbarer zu machen, andererseits durch Wahl eines mehr oder minder wasserbeständigen oder sonst dazu geeigneten Stoffes für diesen Überzug den Angriff des Wassers weniger schnell und heftig eintreten zu lassen, d. h. die Entwickelungsgeschwindigkeit zu verringern und zu regulieren. Zu beiden Zwecken sehen wir das mit dem Namen „Imprägnierung“ bezeichnete Verfahren bereits in den ältesten Patenten auf technische Acetylenerzeugung angewendet[1]). Da diese Behandlung besonders für das am leichtesten zersetzliche Kleincarbid in Frage kam, so verfiel man gleichzeitig auch darauf, dieses mit plastischen Stoffen zu behandeln, welche als Bindemittel mit oder ohne Anwendung von Pressung und Hülsen eine beliebige Formgebung des Carbidpräparates ermöglichten. Eine letzte Klasse von Imprägnierungsverfahren endlich, die Behandlung mit Zuckerstoffen, soll dazu dienen, die Kalkrückstände der Entwickelung wasserlöslich zu machen. Die letzten beiden Gruppen von Verfahren, die meist eine vollständigere Durcharbeitung des Car-

[1]) Vielleicht das erste überhaupt nachweisbare Acetylenpatent, das Brit. Pat. Nr. 22183 vom 16. November 1894 von Gearing und Harrogate, verwendete Carbidstäbe, die mit Leim oder einem löslichen Firnis hergestellt und überzogen waren.

bides bedingen, werden häufig auch unter dem engeren Begriff der „Präparierung" des Carbides zusammengefaſst.

Inwieweit es nun möglich ist, durch solche Vorbehandlung des Carbides die Vorgänge bei der Entwickelung des Acetylens zu beeinflussen, d. h. durch Imprägnierung die Entwickelungsgeschwindigkeit zu regeln und durch Erzielung einer gleichmäſsigen Form der Carbidbeschickung und löslicher Rückstände gewisse Vorteile für die Konstruktion der Apparate zu erreichen, werden wir in dem Abschnitt „Technische Herstellung des Acetylens" eingehend erörtern. Dorthin gehören auch die Anwendungen gewisser löslicher oder unlöslicher Zusätze zum Entwickelungswasser, deren Wirkung oft einer Imprägnierung des Carbides gleichkommt. Was die Erhöhung der Haltbarkeit des Carbides durch Imprägnierung anbelangt, so liegen wissenschaftliche Untersuchungen hierüber bisher noch nicht vor; jedenfalls aber hat die praktische Erfahrung mit Sicherheit ergeben, daſs imprägniertes Carbid dem Wasserdampf längere Zeit widersteht [1]). Allerdings überwiegen in den meisten Fällen die Kosten des Verfahrens die Vorteile, welche dadurch für die Aufbewahrung erzielt werden, so daſs für die Lagerung und den Transport von Stückencarbid die Imprägnierung bisher nicht in Betracht kam: lediglich für Kleincarbid, besonders das etwa hirsekorngroſse sogenannte „granulierte" Carbid hat sich die Imprägnierung in umfangreicherem Maſse eingeführt.

Was die angewendeten bezw. empfohlenen Imprägnierungsmittel und -verfahren anlangt, so zählen allein die hierauf bezüglichen Patente der verschiedenen Staaten nach Hunderten. Als Tränkungsmittel oder Zusätze zum Carbid wurden folgende Gruppen von Stoffen vorgeschlagen:

1. Öle aller Arten. 2. Feste Fette und dergleichen. 3. Klebstoffe. 4. Harze und Ähnliches. 5. Zuckerarten. 6. Feste Stoffe mit besonderen physikalischen Eigenschaften.

Wir wollen von jeder Gruppe nur einige Beispiele herausgreifen und uns in Anbetracht der Ähnlichkeit der einzelnen Verfahren im übrigen mit einer kurzen Aufzählung begnügen.

Zur ersten Gruppe gehört das bereits erwähnte Verfahren von Orlowsky [2]); er verwendet Rückstände der Petroleumdestillation in einem Apparat, in dem die Imprägnierung durch Ablöschen des noch warmen Carbides in der Tränkungsflüssigkeit erfolgen kann. Der Apparat ist ein durch Schieber in zwei Hälften geteiltes Gefäſs, dessen untere Abteilung einen durchbrochenen Boden zum Eintritt der Flüssigkeit hat; das Ganze befindet sich in einem gröſseren verschlieſsbaren Ölbehälter. Das oben eingeschüttete Carbid wird durch Zurückziehen

---

[1]) So hatte ein Erfinder (J. v. Orlowsky) sein mit Naphtarückständen heiſs imprägniertes Carbid gelegentlich der ersten internationalen Acetylenausstellung (1898) wochenlang in einem offenen Holzfasse stehen, ohne daſs eine Veränderung sichtbar war. Das Carbid ergab bei der Untersuchung nach neuntägiger Ausstellung noch 241 Liter Acetylengehalt per Kilo. — [2]) D. R.-P. Nr. 107 048, Amer. Pat. Nr. 645 426.

des Schiebers in die untere Abteilung gebracht und dadurch imprägniert. Gleichfalls Petroleum oder eine Mischung von Mineralölen verwendet L. Petersen-Hoiid[1]), der zur Beseitigung des üblen Geruches ferner Rosenöl hinzufügt. Lundström[2]) mischt zunächst mit einem trocknenden Öle, zerkleinert das Gemenge dann und überzieht es mit einem nicht trocknenden Öle. Ein gegen Luftfeuchtigkeit beständiges und geruchloses Carbid will John Bilbie[3]) dadurch erhalten, dafs er Stückencarbid mit wenig ätherischem Öl (z. B. Zitronella- oder Eucalyptusöl) besprengt, dann mit Petroleum imprägniert und schliefslich nochmals mit ätherischem Öl versetzt. Zum Verdecken des Petroleumgeruchs wird von anderen auch Nitrobenzol empfohlen. Anstatt das Carbid mit den Ölen zu tränken, bringen viele Erfinder eine Ölschicht auf das Entwickelungswasser, das zum Carbid gelangt[4]). Das üblichste Tränkungsmittel ist eine Mischung dicken Schmieröls mit Petroleum. Von verschiedenen Erfindern sind noch vorgeschlagen: Theeröle, Benzol, Toluol, Petroläther u. a., meist zusammen mit Petroleum.

Als Vertreter der zweiten Gruppe, der bei gewöhnlicher Temperatur festen Fette u. dergl., sind zu nennen Paraffin, Stearin, Kokosbutter, ferner Wachs und Vaseline, die sämtlich empfohlen werden. So imprägniert Lazarus[5]) mit Paraffin oder Wachs und presst das gepulverte Produkt in Formen; die so erzielten luftbeständigen „Patronen“ werden eventuell noch in Hüllen eingeschlossen. Gibbon formt mit Hülfe von Paraffin Blöcke, Stäbe und dergleichen aus granuliertem Carbid. Auch die Verwendung des Vakuums bei der Imprägnierung mit Stearin u. s. w. ist mehrfach vorgeschlagen worden[6]). Alle solche komplizierteren Verfahren verbieten sich natürlich bei der Anwendung im grofsen mit Rücksicht auf den Preis des Produktes.

Für die dritte Gruppe, von welcher Leim, Gelatine und Dextrin Anwendung gefunden haben, sind nur wenig Vertreter vorhanden. Gelatinekapseln als Hülsen für Carbidpatronen sind ihrer Löslichkeit wegen den Metall- und Papierumhüllungen vielleicht überlegen, aber auch ihre, von Gearing empfohlene Verwendung scheitert an dem hohen Herstellungspreise, der das Carbid zu sehr verteuert.

Zur vierten Gruppe rechnen wir, aufser den Harzen im eigentlichen Sinne, wie Kolophonium, Terpentin, Schellack noch Pech, Asphalt, Teer, Schwefel, Gummi, Naphtalin und Ähnliches. Die Harze sind nächst den Ölen am häufigsten vorgeschlagen und patentiert[7]) und werden

---

[1]) Engl. Pat. Nr. 5497 von 1898. — [2]) D. R.-P. Nr. 104 925. — [3]) D. R.-P. Nr. 113 815, Amer. Pat. Nr. 650 747, Engl. Pat. Nr. 19 786 von 1898. — [4]) So z. B. Gearing und Harrogate, Engl. Pat. Nr. 6777 von 1895, später Hospitalier, Gibbs, Turr, Lindholm u. a. Schon Dommer in seinem 1896 erschienenen Handbuch, S. 194, schreibt: „Le carbure de calcium reste totalement intact, s'il est plongé dans de l'huile de naphta.“ — [5]) D. R.-P. Nr. 110 662, Engl. Pat. Nr. 27 639 von 1897, Engl. Pat. Nr. 22 526 von 1896. — [6]) Z. B. Amer. Pat. Nr. 596 136. — [7]) So: Deuther (engl. Pat. Nr. 20 598 v. 1896), R. de Sales (engl. Pat. Nr. 1653

teils direkt in geschmolzenem Zustande, teils in z. B. alkoholischer Lösung (Firnis), teils endlich als Emulsionen oder Seifen verwendet. Die naheliegende Einbettung von Carbid in Harz- und anderen Seifen scheitert übrigens an der von vielen Erfindern übersehenen Wasserabspaltung bei der Verseifung und der unangenehmen Schaumbildung bei der Entwickelung. Im allgemeinen wirken die Harze zu gründlich konservierend, indem sie das Carbid überhaupt gegen Wasser unempfindlich machen [1]). Man hat dagegen als Abhilfe vorgeschlagen, vor der Verwendung die Kruste an einer Stelle der Oberfläche des Carbidstückes mechanisch zu entfernen; die Entwickelungswärme soll dann nach Einleitung der Zersetzung ein allmähliches Abschmelzen der Harzkruste bewirken. Andere, z. B. Lundström [2]), wollen das imprägnierte Carbid vor dem Gebrauche erhitzen oder anstatt mit reinem Wasser durch geeignete Lösungsmittel, wie Sodalauge, Borsäurelösung u. dgl., zersetzen. Jedenfalls wird das Verfahren durch solche Umwege verwickelter und verteuert, was, besonders bei dem Mangel wesentlicher Vorteile, seine Anwendung in gröſserem Maſsstabe verhindert. Das Glühen des imprägnierten Carbides empfiehlt auch die Elektricitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert u. Co. [3]). Dieser Erfinder stellt Preſslinge (Briketts) oder Würfel her, indem zerkleinertes Carbid oder Carbidgrus mit oder ohne Füllmittel unter Verwendung von Teer, Fett, Harz, Asphalt für sich oder in wasserfreien Lösungsmitteln geknetet und die in Formen gebrachte Masse im Muffelofen unter Luftabschluſs gebrannt wird, so daſs die Carbidteile nur noch durch die infolge der Zersetzung des Teers etc. entstehende Kohle miteinander verbunden sind. Wenn es möglich sein sollte, dieses Verfahren im groſsen ökonomisch durchzuführen, und die Briketts billig in den Handel zu bringen, würden diese porösen, beliebig geformten Carbidpräparate wahrscheinlich gute Verwendung finden können und vor allem für die Abfälle der Carbidfabriken Absatz schaffen.

Hauptvertreter der Zuckerpräparierung (Gruppe 5) ist Létang, Paris [4]). Er beschreibt sein Verfahren in folgender Ausführung: 55 Teile Glykose, bezw. Laktose, Honig, Melasse, Mannit oder Dextrin, 5 Teile Petroleum und 40 Teile Kalkkarbonat, bezw. Kalk, Talk, Schwefel, feiner Sand, werden dem Carbid in geeigneter Weise zugesetzt. Dabei soll der Zucker zum Lösen des Kalkrückstandes, das Petroleum zum Schutze des Produktes gegen Luftfeuchtigkeit und die Kreide dazu dienen, die Zersetzung des Carbides in geeigneter Weise zu regeln. Dem Zucker wird event. noch Essigsäure oder dergl. zur Verhinderung

v. 1897), Bosca (engl. Pat. Nr. 4675 v. 1897), J. Zimmermann (engl. Pat. Nr. 25750 v. 1897), Dillberg (engl. Pat. Nr. 15212 v. 1898) und andere. — [1]) Vergl. Dr. F. Peters, Fortschritte der angew. Elektrochemie 1898 (Stuttgart 1899), S. 143. — [2]) Engl. Pat. Nr. 23793 v. 1897. — [3]) D. R.-P. Nr. 113865 v. Januar 1900, vergl. engl. Pat. Gearing Nr. 2997 v. 1898. — [4]) D. R.-P. Nr. 94639; Amer. Pat. Nr. 659447; Engl. Pat. Nr. 21572 v. 1896.

einer Erhärtung beigefügt. Dem so erhaltenen geformten oder ungeformten Produkte gab Létang den Namen „Acetylith". In Verbindung mit Serpollet wurden mit diesem Produkte in einem Tauchapparat bereits 1896 Versuche zur Beleuchtung von Pferdebahnwagen mit Acetylen gemacht, wobei sich angeblich das präparierte Carbid vorzüglich bewährt hat. Da jedoch nach Versuchen von Dr. Paul Wolff[1]) die Menge Zucker, die angewendet werden müfste, um den ganzen entstehenden Kalk in lösliches Saccharat zu verwandeln, nahezu dreimal so grofs sein müfste, als die Gewichtsmenge Carbid, so ist es unmöglich, in der Praxis das Ziel vollständig löslicher Rückstände wirklich zu erreichen, wenn auch nicht zu verkennen ist, dafs eine einigermafsen günstige Einwirkung auch durch geringere Zuckermenge unter geeigneten Verhältnissen erreicht werden kann; jedenfalls wird das Carbid aber durch derartige Präparierung ganz beträchtlich verteuert. Glykose, in Verbindung mit einem Fettkörper, verwendet Yvonneau[2]) zur Herstellung seiner Carbidpatronen. Auf etwa 300° erhitztes Kleincarbid wird in das auf etwa 100° erwärmte Gemisch eingetragen und das Ganze bei 180° zu einer gleichförmigen bildsamen Masse verrührt, die in Formen geprefst und dann mit einem die Feuchtigkeit fernhaltenden Überzug versehen wird. Auch Worshop[3]) verwendet neben Weinsäure, Paraffin und Kokosbutter auch Zucker.

Die letzte, sechste Gruppe endlich wird nur der Vollständigkeit wegen hier angegliedert, da sie einen Schutz des Carbides gegen die Feuchtigkeit nicht bezweckt, sondern vielmehr durch die besonderen physikalischen Eigenschaften der beigemischten Substanzen für die Beschickung der verschiedenen Apparate Vorteile erreichen will.

So wird nach dem Verfahren von Sartig[4]) das Carbid, um es leichter gleitend zu machen, mit Talk, Bärlappsamen (Lycopodium) und dergl. gemischt. In eine Form, die angeblich eine tropfbare Verteilung gestatten soll, führt Gofsweiler[5]) das Carbid über, indem er es in einer indifferenten Flüssigkeit, z. B. Mineralöl, suspendiert. Pastenartig, als breiige Masse von gröfserer oder geringerer Zähigkeit, bereitet Mengelberg[6]) das Carbid dadurch, dafs er es unter fortwährendem, nach Bedarf abgemessenem Zuflufs eines flüssigen oder breiigen indifferenten Stoffes nach und nach zerkleinert und mischt. Die Masse wird dann in den Entwickler geprefst und soll eine genaue, gleichmäfsige Verteilung der Beschickung ermöglichen. In die nach verschiedenen Verfahren bereiteten Carbidpatronen führt White[7]) Streifen von Filtrierpapier oder anderem Wasser absorbierenden Material hinein, um die

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 5 u. 22. — [2]) D. R.-P. Nr. 107574. Franz. Pat. Nr. 272372; Amer. Patente Gromseau, Nr. 648348 bis 648350; ähnlich Hopfgartner, D. R.-P. Nr. 120275; auch Wehner & Kandler, D. R.-P. Nr. 108325 u. a. benutzen geschmolzenen Zucker. — [3]) D. R.-P. Nr. 122361. — [4]) D. R.-P. Nr. 100139; Engl. Pat. Nr. 10763 v. 1898. — [5]) Engl. Pat. Nr. 27252 v. 1898. — [6]) D. R.-P. Nr. 109418. — [7]) Amer. Pat. Nr. 635455.

Entwickelung zu erleichtern. Ähnlich stellen Wollin und de Wendel[1]) Carbidpatronen mit Seitenwänden aus weichem ungeleimtem Filtrierpapier her. Alle diese Verfahren sollen dazu dienen, das ungleichförmige, schwer durch Mechanismen zu regulierende Calciumcarbid zu einem homogeneren Material zu machen. Mit Stoffen, die sich im Zersetzungswasser lösen und auf die Reinheit des Gases oder die Entwickelungsgeschwindigkeit einwirken sollen, präparieren verschiedene Erfinder. So bringt Walker[2]) eine feste Säure, wie Oxalsäure, andere Erfinder[3]) Chlorcalcium, Hopfgartner Kochsalz in das Carbidpräparat, Ullmann[4]) vermahlt das Carbid mit Oxydationsmitteln, wie Permanganaten, Manganaten, Mangandioxyd, Bleioxyden, Eisensalzen, Ferricyaniden, Persulfaten u. s. w. und prefst event. noch in Formen.

Durch Beimengungen zum Carbid sollen endlich anstatt des reinen Acetylens auch Mischgase gewonnen werden. So verschmilzt Bouvier[5]) ein gepulvertes Gemisch von Calciumcarbid und Kreide mit Natriumbisulfat zur Erzeugung eines mit Kohlensäure verdünnten Acetylens. Ähnlich mischen Stattler und Streiz[6]) Bitartrat, Kaliumtartrat, Bicarbonat und Weinsäure, auch Buffington und die Österreichische Carbor-Äten-Gesellschaft stellen Kohlensäure-Mischgas dar. Hierüber und über die Versuche, durch Vergasung von Kehricht, Harzen und dergleichen zusammen mit Calciumcarbid Acetylen-Mischgase herzustellen, ist später im Kapitel „Mischgase“ noch näher die Rede.

Im ganzen haben sich die Hoffnungen, welche im Anfange an die Imprägnierung und Präparierung des Calciumcarbides geknüpft wurden, nur in sehr bescheidenem Maſse erfüllt. Wie Dr. Wolff[7]) ausführt, läſst sich die Anwendung aller solcher Mittel schon aus ökonomischen Gründen nur in Ausnahmefällen empfehlen. Wenn die Acetylenbeleuchtung konkurrenzfähig sein soll, kann sie eine, wenn auch geringfügige Verteuerung des Carbides nicht vertragen und jede vorherige Aufbereitung des Carbides verbietet sich daher mit Rücksicht auf die Frage der Rentabilität.

Die Verpackung und Aufbewahrung des Carbides.

Calciumcarbid ist nicht nur durch Wasser in flüssiger Form, sondern auch durch Wasserdampf stark zersetzlich. An der Luft offen liegen gelassen, bedeckt es sich nach wenigen Augenblicken mit einem Schleier von Kalkhydrat, dessen Dichte und Tiefe beständig zunimmt, bis das ganze Stück in trockenes Kalkpulver zerfällt. Der Geruch, den jedes Carbidstück auch bei ziemlich trockener Luftbeschaffenheit verbreitet, zeigt den chemischen Vorgang, der sich dabei vollzieht, deutlich

---

[1]) D. R.-P. Nr. 110715. — [2]) Engl. Pat. Nr. 4352 v. 1898. — [3]) D. R.-P. Nr. 118326; Amer. Pat. Nr. 670607. — [4]) D. R.-P. Nr. 98762. — [5]) D. R.-P. Nr. 95191. — [6]) Franz. Pat. Nr. 264158. — [7]) a. a. O

an: es entwickelt sich langsam die dem Reincarbidgehalt entsprechende Menge Acetylen, das Carbid wird also bei Luftzutritt minderwertiger. Um daher Carbid ökonomisch aufzubewahren und zu transportieren, bedarf es eines nicht nur wasserdichten, sondern auch luftdichten Verschlusses. Ein solcher wird aber zugleich auch aus Rücksichten der Sicherheits- und Gesundheitsfürsorge gefordert, weil das gebildete Acetylen in geschlossenen Räumen explosive Luftgemische, mindestens aber Belästigungen herbeiführen kann. Es haben daher die Polizeibehörden, Versicherungsgesellschaften und sonstige interessierte Vereinigungen bald nach dem Auftauchen einer industriellen Herstellung und Verwendung des Calciumcarbides bestimmte Vorschriften über die Verpackung und Aufbewahrung desselben erlassen.

Behördliche Vorschriften und Normalien. Über die Art der Verpackung des Carbides enthalten die für die Herstellung und Verwendung von Acetylen erlassenen Verordnungen der Behörden [1]) durchweg die Bestimmung, dafs das Carbid zum Schutze gegen Feuchtigkeit in wasserdicht verschlossenen Gefäfsen aufbewahrt werden mufs, welchen es nur nach Mafsgabe des jeweiligen Bedarfes entnommen werden darf. Die Verpackungsgefäfse müssen die Aufschrift tragen: „Carbid, gefährlich, wenn nicht trocken gehalten.“ In den Bestimmungen fast sämtlicher Staaten Deutschlands wird eine Menge bis zu 10 kg Carbid von jeder Beschränkung freigegeben, so dafs ganz kleine Vorräte für Fahrradlaternen, Tischlampen und dergl. beliebig verpackt sein dürfen; alle gröfseren Mengen jedoch müssen in vollkommen dichten Gefäfsen untergebracht sein. In einzelnen Staaten sind „eiserne“, in anderen „ausreichend feuersichere“ Gefäfse besonders vorgeschrieben, welchen Ansprüchen die üblichen Transport- und Aufbewahrungsgefäfse aus Eisenblech genügen.

Die öffentlichen Feuerversicherungsanstalten in Deutschland verlangen für die Verpackung des Carbides lediglich die Erfüllung der polizeilichen Vorschriften, während die privaten Versicherungsgesellschaften in ihren nach Vereinbarung mit dem Deutschen Acetylenverein erlassenen Sicherheitsbedingungen (§ 6) fordern, dafs „geöffnete Gefäfse mit einem übergreifenden, wasserdichten Deckel von Eisenblech verdeckt zu halten“ [2]) sind; die verwendeten Carbidbüchsen müssen also entweder so konstruiert sein, dafs sie dieser Bedingung genügen — was in der Mehrzahl der Fälle zutrifft —, oder es mufs ein besonderes, verschliefsbares Aufbewahrungsgefäfs vorhanden sein,

[1]) Vergl. das Kapitel „Gesetzliche etc. Verordnungen“. Es kommen z. B. in Betracht aus den Verordnungen für Preufsen, Sachsen, Baden, Hessen, Oldenburg, Weimar, Coburg-Gotha, Meiningen, Anhalt, Altenburg, beide Schwarzburg, beide Lippe, Reufs, Bremen und Lübeck § 6, für Bayern § 19, Württemberg § 7, Hamburg § 5. — [2]) Die gleiche Vorschrift enthalten auch die bayerische Verordnung (§ 20) und dem Sinne nach ferner die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke für Acetylengasfabriken.

in welches die Transportbüchsen vor der Benutzung des Carbides umgefüllt werden.

Von der für Transportzwecke angewendeten Verpackung ist in dem Kapitel „Transport des Carbides" näher die Rede. Hier sei nur folgendes kurz erwähnt:

Die Eisenbahnbehörden Deutschlands schreiben in der Verkehrsordnung[1]) eine luftdichte Verpackung in eisernen Gefäfsen vor. Als solche werden hinreichend starke Eisenblechtrommeln der unten näher beschriebenen Art jetzt durchweg von der Eisenbahn angenommen. Da die Post Calciumcarbid vom Packetversande grundsätzlich ausschliefst, so sind Verpackungsbestimmungen von ihr nicht erlassen worden. Versuche des Deutschen Acetylenvereins, durch besondere Vorschläge einer sicheren Verpackung des Carbides die Zurücknahme dieses Verbotes zu erwirken, sind vorläufig ohne Erfolg geblieben.

Was den Wassertransport des Calciumcarbides anlangt, der wegen der Lage der Carbidfabriken und mit Rücksicht auf das Exportgeschäft von ganz besonderer Bedeutung ist, so bestehen für die Binnenschifffahrt keine besonderen Vorschriften über die Art der Verpackung. Wo es sich um überseeisches Carbid handelt, ist ja stets Seeverpackung vorhanden; kommt südeuropäische Ware in Frage, so werden von den Schiffern, soweit sie überhaupt Carbid annehmen, keine besonderen Verpackungsvorschriften gestellt. Es werden die für den Eisenbahntransport giltigen Bestimmungen mit der Mafsgabe als hinreichend zu erachten sein, dafs die Trommeln aus wenigstens 6 mm starkem Eisenblech gearbeitet sein müssen und luftdicht verschlossen sind.

Über die Verpackung des Carbides für den Seetransport bestanden nach einer im Sommer 1899 von J. Knappich in Augsburg[2]) veranstalteten Umfrage bei den verschiedenen Reedereien sehr abweichende Bestimmungen. Mit Recht sind die Ansprüche an die Festigkeit der Gefäfse hier viel höher, als beim Landtransport, und es darf verlangt werden, dafs die Verpackung während der Fahrt auch Stöfse aushalten kann, ohne so beschädigt zu werden, dafs das Carbid aus dem Behälter austreten kann oder derselbe undicht wird. Für ausreichend hält Knappich eine Verpackung in luftdicht verschlossenen Trommeln aus verbleitem Eisenblech, die ihrerseits wieder in guten, 1 Zoll starken, mit Bandeisen beschlagenen Holzkisten oder Fässern stecken. Als Blechstärke für die Trommeln schlägt er vor: 0,6 bis 0,7 mm bei 50 kg- und 1 mm bei 100 kg-Packung. Die von einigen Reedereien anstatt der Blechtrommeln vorgeschriebenen Bleikisten, die wiederum in Holzkisten stecken, sind weniger empfehlenswert. — Mit den Vorschlägen Knappichs in Einklang stehen auch die Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Dampfer und Segel-

[1]) Anlage B, Nr. 49b. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 350; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 283.

schiffe, welche lauten: Calciumcarbid darf nur in starken, wasserdichten Blechgefäfsen, die in starkem Holz verpackt sind, verschifft werden. In Ergänzung derselben hat die Seeberufsgenossenschaft anfangs 1900 folgendes Rundschreiben erlassen: „Calciumcarbid mufs in verbleiten oder verzinnten eisernen Gefäfsen von mindestens 0,6 mm Wandstärke verpackt sein, welche hermetisch verschlossen, in starken Holzumschliefsungen fest verpackt sind und nicht über 135 kg brutto wiegen. Unter Deck darf Carbid nur dann verladen werden, wenn es nicht durch darüber liegende Ladung ungebührlich belastet wird.“ Beispiele solcher Verpackungsarten sind unten gegeben.

Die vom Deutschen Acetylenverein aufgestellten Normen für den Carbidhandel[1]) enthalten über die Verpackung folgende Bestimmungen: „Mangels anderer Vereinbarungen sind Gefäfse von etwa 100 kg Inhalt zu wählen. Diese Gefäfse müssen aus Eisenblech bestehen, luft- und wasserdicht verschlossen und von solcher Stärke sein, wie es die Vorschriften der Transportgesellschaften bedingen. Das Carbid darf nicht in Stücken über Faustgröfse geliefert werden und nicht über 5 Proz. Staub enthalten, wobei unter Staub alles verstanden ist, was durch ein Sieb von 1 qmm lichter Maschenweite hindurchfällt.“

Da diese Normen sich im Carbidhandel fast überall eingebürgert haben, sind die letzteren Bedingungen für die Manipulation der Verpackung von Carbid überhaupt mafsgebend geworden, so dafs bei einer sachgemäfsen Einfüllung des Carbides in die Gefäfse auf diese Vorschriften Bedacht zu nehmen ist.

Verpackung in der Fabrik. In den Carbidwerken wird gewöhnlich direkt an die Sortiermaschine die Verpackung angeschlossen, indem die Carbidtrommeln unter den Auslafstrichter der Maschine gebracht und zunächst ohne Rücksicht auf das Gewicht gefüllt werden. Wird bestimmtes Gewicht des Inhaltes verlangt, so wird dann an der Wage das Fehlende zugegeben, bezw. der Überschufs weggenommen. Gewöhnlich wird aber die Büchse, deren Nettogewicht vorher festgestellt war, wenn sie genügend voll ist, einfach verlötet und nicht auf genaues Gewicht geachtet, da eine feste Packung der Stücke in der Büchse zur Vermeidung von Staubbildung und Beschädigung der Büchsen durch Schütteln beim Transport unerläfslich ist. Ein gut gepacktes Carbid liefert auch bei weiten Transporten nur einen sehr geringen Prozentsatz von Staub[2]), worauf deshalb Wert zu legen ist, weil der Carbidstaub zur Acetylenbereitung aus verschiedenen Gründen nicht verwendet werden kann[3]). Der bei der Zerkleinerung entstandene Staub wird deshalb in gut geleiteten Carbidwerken auch nicht mit verpackt, sondern in die Fabrikation zurückgegeben und wieder eingeschmolzen.

---

[1]) Vergl. diese weiter unten. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 293 u. 294. Über Carbidstaub vergl. ebendaselbst 106, 217, 260, 281, 322. — [3]) Vergl. weiter unten das Kapitel „Technische Herstellung des Acetylens“.

In allen Carbidwerken sind die Verpackungsräume vollständig trocken gehalten, so dafs Gasverluste vermieden werden.

Von den in der Sortiermaschine abgesiebten kleineren Stücken finden die gröfseren Sorten als Fahrradcarbid und für tragbare Lampen Anwendung und werden gern, zum Teil zu höheren Preisen, gekauft. Auf dem Werke werden auch diese Sorten in grofse Büchsen ebenso wie das Stückencarbid verpackt. Die kleinsten Sorten von 1 bis 2 mm Durchmesser, das sogenannte granulierte Carbid, sind gleichfalls sehr begehrt; da es sich in reinem Zustande aufserordentlich schwer hält, wird es auf einigen Werken sofort nach der Sortierung durch Eintauchen in indifferente Flüssigkeiten oberflächlich gegen die Einwirkung des Wasserdampfes geschützt. Diese sogenannte Imprägnierung des Carbides ist bereits oben[1]) ausführlich besprochen worden.

Ein Umpacken des Carbides beim Händler wird wegen der unvermeidlichen Gasverluste möglichst vermieden. Erforderlich ist es beim gewöhnlichen Handelscarbid lediglich behufs Probenahme für die Untersuchung; dabei wird indes das ausgeschüttete Carbid nach Entnahme verschiedener Proben sofort in die Transportbüchse zurückgefüllt und diese wieder verschlossen. Nur beim granulierten Carbid und den kleineren Gröfsensorten, die besonders für Fahrradlaternen, Tischlampen und bestimmte kleinere Apparate Anwendung finden, ist eine Umpackung in kleinere Büchsen üblich. Meist wird heute das Kleincarbid von der Fabrik gleich fertig sortiert in 50 kg-Trommeln bezogen und beim Händler nur in die verschieden konstruierten und ausgestatteten (siehe unten) kleinen Büchsen von 50 g bis 5 kg Inhalt verteilt; zuweilen aber stellt sich auch jetzt noch der Händler aus Ersparnisrücksichten seinen Bedarf an Kleincarbid durch Zerkleinerung von Stückencarbid selbst her, ein Verfahren, das wegen der meist unzureichenden Beschaffenheit der Räume, Maschinen und Arbeiterschutzmafsregeln nicht empfehlenswert ist. Auch beim blofsen Umfüllen von Kleincarbid, das naturgemäfs viel Staub enthält, ist auf trockene Räume, Kleider und Hände der Arbeiter, sowie Anwendung guter Respiratoren und Schutzbrillen zum Schutz der Lunge und Augen aufs sorgsamste zu achten. Trinken von Wasser oder Bier ist bei dieser Arbeit streng zu verbieten[2]). Dasselbe gilt von jeder Manipulation mit Carbid, so z. B. auch vom Umschütten des Stückencarbides behufs Beschickung der Entwickler u. dergl. Das Auflöten von gefüllten Carbidbüchsen mit dem Lötkolben oder der Lötlampe hat mehrfach zu Entzündungen von in der Büchse angesammeltem Acetylen geführt. Die Lösung gelöteter Deckel darf daher nur auf mechanischem Wege erfolgen.

Die Aufbewahrung des Carbides bedingt lediglich wegen seiner Empfindlichkeit gegen Wasser und Feuchtigkeit einige Vorsichtsmafs-

[1]) Vergl. S. 74. — [2]) Vergl. weiter unten das Kapitel über „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid“.

regeln, sonst ist ein Carbidlager, namentlich vom Standpunkt der Feuersgefahr, wie in dem Kapitel „Gefahren des Carbides und Acetylens" des näheren dargelegt, viel unbedenklicher als z. B. Vorräte von Benzin, Äther, Spiritus oder Kohlen und Holz, die ohne weiteres inmitten bevölkerter Stadtteile geduldet werden. Trotzdem ist über die Aufbewahrung und Lagerung des Calciumcarbides seitens der Behörden eine Fülle von Verordnungen und Sicherheitsvorschriften erlassen worden, deren Befolgung um so schwieriger ist, als in den verschiedenen Landesteilen und Staaten, ja sogar in einzelnen Städten (wie Hamburg, Leipzig, Chemnitz, London etc.) abweichende Bestimmungen gelten, die den freien Verkehr dieser Ware stark hindern.

Diese polizeilichen Vorschriften über die Lagerung von Carbid beziehen sich vornehmlich auf die Beschaffenheit der Räume, in welchen Carbid lagern darf, und unterscheiden in der Regel zwischen kleineren Vorräten bis zu 10 kg, welche, wie erwähnt, von allen Beschränkungen frei sind, mittleren Posten bis zu etwa 1000 kg und grofsen Lagern. Über die Lagerung von Calciumcarbid liegen zur Zeit neue Vorschriften dem preufsischen Ministerium des Innern vor, welche voraussichtlich binnen kurzem in Kraft treten werden und wahrscheinlich auch für die anderen Bundesstaaten Deutschlands vorbildlich sein dürften. Diese Vorschriften verbieten die Lagerung von Carbid, gleichviel in welcher Menge, in Kellern, ferner jede künstliche Innenbeleuchtung und die Annäherung eines Zündkörpers. Die Räume müssen trocken, hell und gut gelüftet, sowie unter allen Umständen gegen den Zutritt von Wasser geschützt sein; das Rauchen ist durch Anschlag zu verbieten. Mengen von mehr als 1000 kg dürfen nur in Räumen gelagert werden, die zu ebener Erde liegen und von anderen Räumen durch massive, öffnungslose, mindestens 30 cm überragende Brandmauern oder massive öffnungslose Gewölbe getrennt sind. Die Brandmauer kann durch eine Wellblechwand mit festen Blechthüren ersetzt werden, wenn der Abstand bis zum nächsten Gebäude mindestens 5 m beträgt; eine Brandmauer ist nicht erforderlich, wenn dieser Abstand mindestens 10 m beträgt. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen. Die Mitlagerung leicht brennbarer und explosiver Gegenstände ist verboten. — Das Verbot der Lagerung des Carbides in Kellern und die Vorschrift trockener, heller und gut gelüfteter Räume findet sich auch in den Polizeiverordnungen über Verwendung von Acetylen für Preufsen, Sachsen, Württemberg, Baden, Hessen u. s. w.[1]). Hamburg verlangt ferner auch für die Aufbewahrung von Calciumcarbid Räume, die durch eine Brandmauer oder einen isolierenden Luftraum von anderen Räumen, die zum dauernden oder vorübergehenden Aufenthalte von Menschen dienen, getrennt sind; auch über oder unter den Lagerräumen dürfen keine Wohnräume liegen. Die Lagerungsräume müssen

---

[1]) Vergl. S. 80, Note 1.

aus unverbrennlichem Material hergestellt und leicht bedacht sein; brennbare Sachen dürfen in den Räumen nicht gelagert werden. Als künstliche Beleuchtung sind nur zuverlässig abgeschlossene Aufsenbeleuchtung oder elektrische Glühlampen mit Doppelglocken statthaft. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen und feuersicher sein. Die Lagerung von Calciumcarbid bedarf der Genehmigung. Die bayerischen Vorschriften geben in § 20 bis 23 genaue Bestimmungen über die Aufbewahrungsräume. Danach dürfen im Apparatenraum nicht mehr als 100 kg Carbid für je 100 Normalflammen, jedoch im ganzen nicht mehr als 500 kg aufbewahrt werden. Gröfsere Vorräte müssen in besonderen, gut lüftbaren, trockenen und für sich abgeschlossenen Räumen lagern, wo andere Waren nicht gelagert werden dürfen. Eine künstliche Beleuchtung ist nur von aufsen mittels zuverlässiger Sicherheitslampen oder mittels elektrischen Glühlichts in doppelten, durch Drahtnetz geschützten Birnen zulässig. Betreten mit Licht und dergl. ist verboten. Die Erwärmung darf nur durch Fernheizung erfolgen. Der Eingang zu solchen Lagerräumen mufs eine bestimmte, deutlich sichtbare Warnungsaufschrift erhalten. Für Lagergebäude, in denen Carbid in Mengen von mehr als 1000 kg lagert, ist aufserdem ein Fufsboden aus unverbrennlichem Material, dessen Oberfläche mindestens 20 cm über dem natürlichen Gelände liegt, und der gegen das Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit isoliert ist, vorgeschrieben. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen, von anderen Gebäuden müssen die Räume durch Brandmauern getrennt sein, sie dürfen keine Überwölbung oder feste Balkendecke erhalten.

Eine Lagerung von Carbid im Freien gestatten der preufsische Entwurf (§ 4) und die bayerische Verordnung (§ 23), letztere aber nur auf Umschlagplätzen (Hafenplätzen, Bahnhöfen) und nur vorübergehend; die aufgelagerten Carbidgefäfse müssen dabei allseitig gegen Nässe geschützt sein. Der erstere sieht die Lagerung im Freien in weitgehenderem Mafse vor. Der betreffende Paragraph (4) des preufsischen Entwurfes lautet:

1. Die Lagerung im Freien ist in einer durch Zaun oder Drahtgitter gesicherten Entfernung von mindestens 10 m von Gebäuden gestattet. Der Zwischenraum ist von brennbaren Gegenständen frei zu halten.

2. Das Carbid ist auf einer Bühne zu lagern, von deren Unterkante bis zum Erdboden ein freier Zwischenraum von mindestens 20 cm vorhanden ist.

3. Das Carbid ist durch ein Schutzdach oder wasserdichte Planen zu schützen.

4. Der Lagerplatz mufs an jedem Zugange mit einer leicht sichtbaren Warnungstafel versehen sein, welche die Aufschrift trägt:

„Carbid, gefährlich, wenn nicht trocken gehalten."

Die Bedingungen der Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften enthalten über die Lagerung im Apparatenraume die Vorschrift, dafs bei Anlagen unter 500 Flammen nicht mehr als der zehnfache Tagesbedarf, jedenfalls aber eine Büchse bis zu 100 kg dort lagern darf, bei Anlagen über 500 Flammen dagegen nur ein Tagesbedarf; für Carbidlager sind helle, trockene, gut gelüftete Räume vorgeschrieben, die sich in sichernder Trennung oder Entfernung vom Apparatenraume und bewohnten Gebäuden befinden. In diesen Räumen dürfen leicht entzündliche Gegenstände nicht gelagert werden. Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke für Acetylengasfabriken vom 27. Dezember 1901 schreiben vor, dafs im Apparatenraume nur die dem Bedarfe eines Tages entsprechende Carbidmenge lagern darf.

Eine systematische Zusammenstellung aller Vorschriften über die Aufbewahrung von Calciumcarbid, welche die Übersicht und das Zurechtfinden in dem zum Teil recht schwierigen Gebiete erleichtert, giebt die Schrift „Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung und Begutachtung von Acetylenanlagen“ von Dr. N. Caro[1]), auf welche hier für alle Einzelheiten verwiesen werden soll.

Carbidgefäfse. Diesen Vorschriften für die Verpackung und Aufbewahrung des Carbides entsprechend sind nun eine ganze Reihe verschiedener Konstruktionen für Carbidgefäfse ausgeführt worden, von welchen wir diejenigen, die eine allgemeinere Anwendung gefunden haben, hier beschreiben wollen. Nachdem im Anfang das amerikanische Carbid in schweren schmiedeeisernen, bis zu 500 kg fassenden Trommeln versendet wurde, verfielen die Carbidwerke später in das entgegengesetzte Extrem, indem sie zum Teil eine viel zu schwache Verpackung lieferten, welche einen längeren Land- oder Seetransport nicht aushielt. Die Praxis hat zuletzt zu einer gesunden Mittelstrafse geführt.

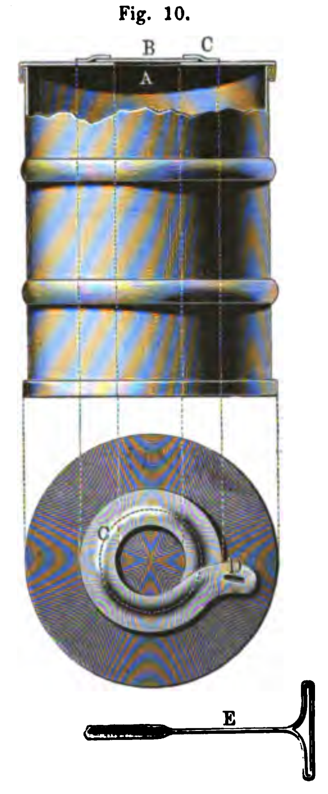
Die technischen Anforderungen, welche an ein zweckmäfsiges Carbidgefäfs zu stellen sind, können folgendermafsen zusammengefafst werden: 1. Um Verletzungen der Trommeln auf dem Transport und so Gasverlust und unter Umständen Unglücksfälle zu vermeiden, mufs ein genügend starkes Material verwendet werden, dessen Widerstandsfähigkeit durch geeignete Versteifungen, namentlich an den Kanten, noch erhöht wird. Als hinreichende Blechstärken sind für 50 kg-Trommeln 0,6 bis 0,7 mm, für 100 kg-Gefäfse 1 mm anzusehen. Die Verwendung solider Gefäfse macht sich durch Erleichterung weiter Transporte und gröfsere Haltbarkeit des verpackten Carbides bezahlt, auch ist sie die Vorbedingung für eine Rücksendung der Büchsen an die Werke, die sich mehr und mehr, namentlich im Landverkehr, bei geringeren Entfernungen einführt. 2. Zum Schutz gegen Durchrosten mufs das Eisenblech verzinkt oder besser verbleit sein. 3. Die Füllöffnung und alle

[1]) Berlin 1902, S. Calvary u. Co.

Lötnähte müssen absolut dicht schliefsen. Es ist zweckmäfsig, besonders wo eine wiederholte Benutzung der Gefäfse in Frage kommen kann, solche Verschlüsse zu wählen, die auch ohne Lötung wasserdicht schliefsen, so dafs die Büchsen auch zur Aufbewahrung und teilweisen Entnahme des Inhalts dienen können.

Die meisten Carbidwerke benutzen heute noch einfach verlötete Blechtrommeln von 100 oder 50 kg Inhalt aus verbleitem Eisenblech. Seltener kommen auch wohl noch 200 kg-Büchsen vor. Vielfach werden, namentlich für nordisches Carbid, die in Fig. 10 abgebildeten Verschlüsse verwandt. Die Blechbüchsen erhalten in ihrem oberen Boden einen mittleren kreisförmigen Ausschnitt *A*, auf welchen ein etwas gröberes kreisförmiges Blech *B* gelegt werden kann; der Verschlufs wird bewirkt durch den übergelöteten Blechstreifen *C*, dessen Ende *D* ohrenförmig absteht und wie bei den bekannten Konservenbüchsen mittels des Schlüssels *E* abgerollt werden kann. Soll eine derartige Büchse, nachdem sie angebrochen ist, wieder verschlossen werden, so bedarf es allerdings eines besonders anzufertigenden übergreifenden Blechdeckels, wie ihn die vorerwähnten Feuerversicherungsbestimmungen vorschreiben. Für den Überseetransport können diese Büchsen ohne weiteres Anwendung finden, indem sie in starke Holzkisten oder passende Überfässer gesteckt werden (Fig. 11 a. f. S.). Anstatt dieser Überfässer werden oft auch die Büchsen nur mit Holzlatten, welche durch eiserne Reifen verbunden sind, umgeben.

Fig. 10.



Verlötete Carbidbüchse mit lösbarem Blechstreifen.

Ebenfalls verlötet ist der Verschlufs bei den gleichfalls sehr verbreiteten Carbidfässern der Firma L. Schuler in Göppingen (Fig. 12 a. f. S.); jedoch bieten diese sehr solide ausgeführten Büchsen den Vorteil, auch nach Entfernung des Lötstreifens einen wasserdichten Deckelverschlufs zu ermöglichen. Der Mantel ist mit zwei Versteifungssicken versehen, welche demselben grofse Widerstandsfähigkeit geben und das Fafs gegen Beschädigung und gegen Verbeulen schützen. Die beiden Böden haben gewellte Flächen und sind mit dem Mantel durch einen dichten Oberfalz verbunden. Der Oberboden besitzt in der Mitte eine runde Öffnung, deren nach abwärts gestellter Rand den Fülldeckel umschliefst

und nach aufwärts eine Ringfläche bildet, welche dem Lötstreifen die zum Verlöten erforderliche Fläche bietet. Der Fülldeckel, welcher ebenso wie die beiden Böden mittels Ziehpresse hergestellt ist, ist in vertiefter Form ausgeführt, hat eingerollten Rand und einen eingelöteten Bügel als Handgriff. Nach Füllung des Fasses wird der Deckel in die

Fig. 11.



Holz-Überfafs.

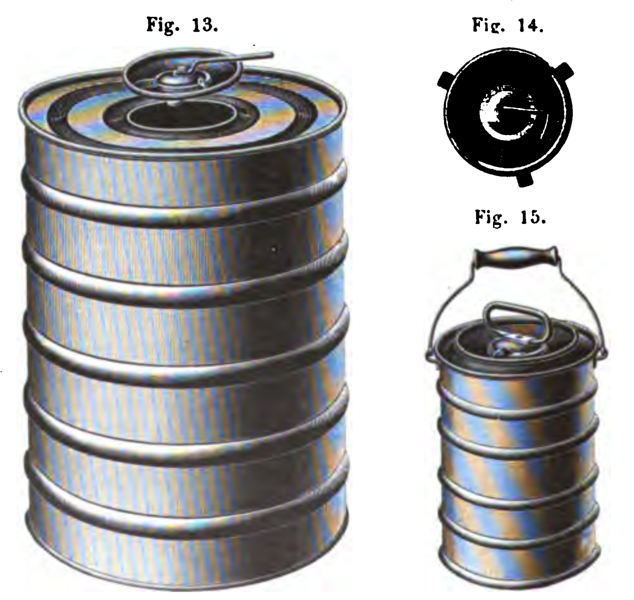
Fig. 12.



Carbidtrommel
von L. Schuler-Göppingen.

ihn genau umschliefsende Öffnung des Oberbodens eingesteckt und wie oben mittels Lötstreifens befestigt. Nach Entfernung des Lötstreifens

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

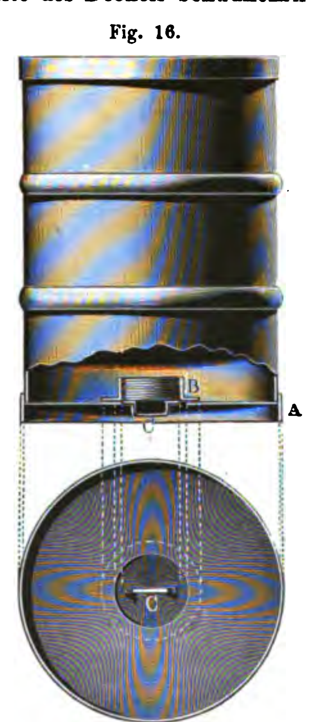


Carbidtrommeln von E. Neher (Metallwarenfabrik Seebach), St. Ruprecht.

kann der Verschlufsdeckel ohne weiteres ausgehoben werden und dient als Verschlufs der angebrochenen Büchse.

Ohne Verlötung ausgeführt wird der Verschlufs bei einer Anzahl Fabrikate, die meist durch Patent oder Gebrauchsmuster geschützt sind. Fig. 13 und 15 zeigen die Carbidtrommeln der Metallwarenfabrik Seebach (E. Neher) in St. Ruprecht bei Villach[1]). Wie die Unteransicht des Fülldeckels (Fig. 14) zeigt, handelt es sich hierbei um einen Bajonettriegelverschlufs. Setzt man den Deckel auf die Trommel auf und dreht den horizontal an der Aufsenseite des Deckels befindlichen Hebel um einen Viertelkreis, so treten an der Innenseite desselben drei horizontal und etwas nach abwärts gerichtete Riegel hervor, die den Deckel kräftig gegen den gefalzten Rand der Trommel pressen. Der Hebel ist an seinem Ende durchlocht und kann an eine Öse, die am Rande der Trommel festgenietet ist, angeschlossen werden. Die kleinen Trommeln (Fig. 15) mit einem Inhalt von 5 oder 10 Liter sind mit Tragbügel versehen und haben einen festen Griff zur Bethätigung des Hebels, die gröfseren, wie Fig. 13 zeigt, einen aufsteckbaren Schlüssel.

Fig. 16.



Carbidtrommel von Auer & Rümelin.

Schraubenverschlufs besitzen die im Jahre 1898 auf der Ersten Acetylenausstellung in Berlin vorgeführten Büchsen von L. Rümelin & H. Auer in Graz (Fig. 16[2]). Hier befindet sich die Einfüllöffnung *B* am Boden der Büchse und zwar etwas nach innen hinein, so dafs die Seitenwände über die Verschraubung hinaus nach unten verlängert sind. Der vorstehende Rand *A* soll als Taucherglocke wirken und auch bei einem eventuellen Undichtwerden der Verschraubung dem Wasser den Zutritt verwehren. Als Aufbewahrungsgefäfs dient die Büchse, wenn man sie umdreht, da der Schraubenverschlufs mittels einfachen Handgriffes *C* leicht zu lösen und zu befestigen ist.

Als Beispiel des gleichfalls angewandten Bügelverschlusses diene die insbesondere als Aufbewahrungsgefäfs angewandte Büchse des Eisenwerks Mallmitz i. Schl. (Fig. 17 a. f. S.). Die Konstruktion ist aus der Abbildung leicht verständlich; durch Bethätigung der Schraube *A* wird

[1]) Österr. Pat. Nr. 1387. — [2]) Engl. Pat. Nr. 4459 von 1898.

der Bügel *B*, der in die Haken *C* der Büchse eingreift, gespannt und bewirkt eventuell durch eine Gummieinlage einen dichten Verschlufs.

Eine Carbidtrommel mit Ventilverschlufs, welche von Keller & Knappich in Augsburg-Oberhausen hergestellt wird (Fig. 18), ist vielfach

Fig. 17.



Vorratsbehälter für Carbid.

Fig. 18.



Carbidbüchse mit Ventilverschlufs.

in Benutzung. Sie bietet den Vorteil, dafs ein unzulässiger Überdruck, der bei geringen Undichtigkeiten oder feuchterVerpackung des Carbides eine Sprengung der Büchse herbeiführen könnte, sich nicht bilden kann. Das Sicherheitsventil ist auf dem Deckel *V* der Carbidbüchse befestigt und besteht aus dem auf dem Deckel befindlichen Gummiplättchen *g*, der Metallmembran *J*, welche auf dem Deckel *V* aufgelötet ist und der gleichfalls aufgelöteten Schutzkappe *s*. Bei innerem Überdruck baucht sich die Metallmembran nach aufsen auf und das Gas entweicht durch die Abzugslöcher ins Freie. Der Bethätigungsdruck des Ventils ist $^1/_2$ Atmosphäre, so dafs ein Eintreten von Luft oder Wasser durch das Ventil ausgeschlossen ist. Diese Gefäfse sind aus verbleitem Eisenblech sehr kräftig ausgeführt und an dem umbördelten Teile des eisernen Reifens geschützt. Sie können nach der Entleerung zu wiederholten Malen verwendet werden.

Für Kleincarbid dienen im Einzelverkauf und zur Aufbewahrung kleine Büchsen, meist aus Weifsblech von den in Fig. 19, 20 und 21

skizzierten Formen. Der Deckel ist dabei entweder mit angeprefstem Schraubengewinde versehen (Fig. 19), eine Verschlufsart, die das Carbid besser konserviert, als die sehr üblichen Formen (Fig. 20 und 21), wo der Deckel einfach federnd in eine mehrfache Umbördelung des Oberrandes eingedrückt wird. Der doppelt ineinander greifende Deckelrand (Fig. 21) ist durch D. R.-P. Nr. 105045 der Emballagenfabrik Gerson & Co.

Fig. 19.

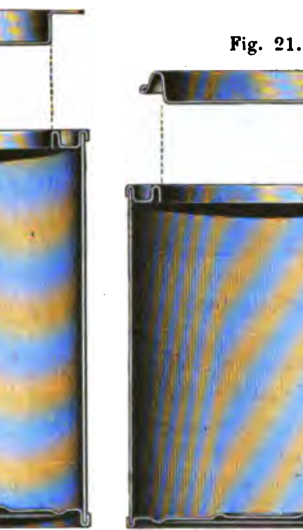
Büchse für Fahrradcarbid mit Schraubenverschlufs.

Fig. 20.



Büchse für Kleincarbid.

Fig. 21.



Patentbüchse für Kleincarbid.

in Berlin geschützt. Zur Aufbewahrung kleiner Mengen von Fahrradcarbid für den täglichen Bedarf werden zweckmäfsig auch häufig weithalsige Glasbüchsen mit gut eingeschliffenem Stopfen verwandt. Einzelne Fahrradlaternenfabriken liefern das Carbid in kleinen cylindrischen Metallhülsen mit übergreifenden Deckeln, die dem Bedarf einer einmaligen Brenndauer entsprechen und zum Teil nach Lösung der Deckelverschlüsse ohne weiteres in die Carbidbehälter der Laternen eingesetzt werden können. Ein Beispiel dieser sogenannten Carbidpatronen bieten die in Fig. 22 und 23 (a. f. S.) abgebildeten Verpackungen der Süddeutschen Metallwerke in Mannheim.

Zum Schlufs sollen der Vollständigkeit wegen noch einige Vorschläge für Verpackung des Carbides erwähnt werden, die allerdings meist nur vorübergehende oder überhaupt nicht praktische Bedeutung erlangt haben.

Nach amerikanischem Patent Nr. 601064 von J. L. Roberts[1])

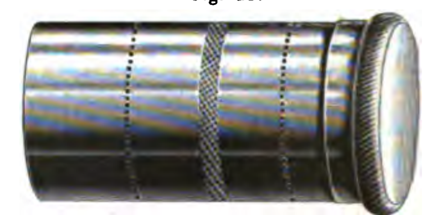
[1]) Engl. Pat. Nr. 8010 von 1898.

und F. N. Dickerson sollen die Zwischenräume zwischen den Carbidstücken in den Fässern mit ausgetrockneter Weizenspreu oder dergleichen ausgefüllt werden, um die Gasbildung und Entstehung von Funken durch Reiben der Stücke untereinander zu verhindern. Zum gleichen Zwecke wollen die Erfinder ferner noch ein indifferentes Gas (eventuell Acetylen) in die hermetisch verschlossene Büchse einführen. Dieser Vorschlag hätte übrigens zum Verhindern der Staubbildung Wert, doch dürfte eine derartige Verpackungsart, namentlich wegen

Fig. 22.

Carbid-Patrone.

Fig. 23.



Vernickeltes Aufbewahrungsbüchschen für Fahrradcarbid-Patronen.

des Gaseinführens, sich recht teuer stellen. Aufbewahrungsbüchsen mit Ölverschlufs sind mehrfach vorgeschlagen worden. Ähnlich empfehlen F. S. Thorn und C. Hoddle[1]) ein Gefäfs mit glocken- oder domförmigem Oberteil, in dessen Mitte eine Füllöffnung ist; es hat zwei konzentrische Wände, zwischen die ein Dichtungsmittel angebracht wird, in welches der eine von zwei konzentrischen Rändern des Deckels eingreift. Anstatt der Metallgefäfse wurden von R. Hohnolt in Stuttgart[2]) luft- und wasserdichte Säcke aus einem durch wasserdichten Leim gegen Durchtritt der Feuchtigkeit gesicherten Gewebe oder Papierstoff vorgeschlagen. Von praktischen Ausführungen dieser Idee hat man allerdings niemals etwas gehört. Die grofse Härte und Schärfe der Carbidstücke bedingt eine hohe mechanische Widerstandsfähigkeit des Verpackungsmaterials, die sich im Papier oder Gewebe schwerlich erreichen lassen dürfte.

Ein amerikanischer Erfinder[3]) endlich will das Carbid durch Überziehen der einzelnen Stücke mit einem wasserdichten Überzug derart präparieren, dafs es lose oder in gewöhnlichen Säcken versendet und aufbewahrt werden kann. Zur Gaserzeugung legt man durch Abschaben mit dem Messer an jedem Stücke eine Fläche des Carbides frei. Als Vorzüge dieses eigenartigen Verfahrens behauptet der Erfinder eine angeblich bedeutende Kostenverringerung der Verpackung, Reinlichkeit, Geruchlosigkeit und Sicherheit, endlich unbegrenzte Haltbarkeit des Carbides. Die praktische Anwendbarkeit einer solchen Verpackungsart scheint sehr unwahrscheinlich, das Eintreten der gerühmten Vorteile

[1]) Engl. Pat. Nr. 2261 von 1897. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 255. — [3]) Ebenda nach Mitteilungen des Patentbureaus C. F. Reichelt, Berlin, Oktober 1898.

ist mindestens sehr fraglich, wirkliche Ausführungen des Verfahrens sind nicht bekannt.

Dagegen ist es, wie an anderer Stelle[1]) gezeigt wurde, durch Imprägnierung sehr wohl möglich, das Carbid gegen den Einfluſs von feuchter Luft und Wasserdampf weniger empfindlich zu machen, was für seine technische Anwendung nicht ohne Bedeutung ist, wenn es auch die Verpackung nicht zu verbilligen geeignet scheint.

Transport des Carbides.

Zum Transport des Carbides ist eine den Zutritt von Wasser und Wasserdampf sicher verhindernde Verpackung erforderlich. Wie diese zu erfolgen hat, ist in dem voraufgehenden Abschnitt „Verpackung und Aufbewahrung des Carbides“ ausführlich dargelegt[2]). Die näheren Umstände, welche bei der Lagerung und dem Transporte des Carbides zu einer Entwickelung von Acetylengas und im weiteren Verfolg zu einer Explosion des letzteren nach stattgehabter Vermischung mit Luft führen können, werden in dem Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid“ erörtert[3]). An dieser Stelle soll deshalb nur kurz über die in Deutschland für den Carbidtransport in Frage kommenden Verhältnisse und Verordnungen berichtet werden.

Bahntransport. Über die Beförderung des Carbides auf den deutschen Eisenbahnen heiſst es im „Deutschen Eisenbahn-Gütertarif“, Teil I, Abteilung A, Ausgabe 1899, Anlage B unter XLIX b:

„Calciumcarbid muſs in luftdicht verschlossenen eisernen Gefäſsen verpackt sein. Andere Stoffe dürfen in die Gefäſse nicht beigepackt werden.“

In den zugehörigen Ausführungsbestimmungen heiſst es dann weiter: 1. Inhaltsangabe auf dem Frachtstück nicht erforderlich. 2. Nicht feuergefährlich. 3. Beiladung[4]) zulässig. 4. Wasser als Löschungsmittel nicht zulässig. 5. Von der eilgutmäſsigen Beförderung nicht ausgeschlossen.

Schlieſslich sei noch bemerkt, daſs das Calciumcarbid in das Verzeichnis der in gedeckt gebauten Wagen zu befördernden Güter der Spezialtarife für Wagenladungsgüter (§ 45, A. 3) unter Nr. 12 aufgenommen ist. Diese letzte Bestimmung ist übrigens nicht so zu verstehen, daſs das Carbid stets in gedeckt gebauten Wagen befördert werden muſs. Stehen solche nicht zur Verfügung, so pflegt die Eisenbahnverwaltung offene Wagen zu nehmen. Der Absender hat alsdann für die Benutzung der Planen nichts zu bezahlen. Die Berechnung der Frachtgebühren erfolgt seit dem 1. April 1901 nach Spezialtarif I.

---

[1]) Vergl. S. 75. — [2]) Vergl. S. 79. — [3]) Vergl. weiter unten. — [4]) Nicht Beipackung; vergl. die vorstehende Verladungsvorschrift.

Postversand. Durch Mitteilung vom 4. Juni 1898 in Nr. 33 des Amtsblattes des deutschen Reichspostamtes ist die Versendung von Calciumcarbid mit der Post für unzulässig erklärt. Daraufhin sind auch die bayerischen Postanstalten angewiesen worden, Sendungen von Calciumcarbid zur Beförderung nicht anzunehmen. Auf eine Anfrage des Deutschen Acetylenvereins hat das Reichspostamt unter dem 19. März 1899 erklärt, dafs das Calciumcarbid deshalb zur Beförderung mit der Post nicht zugelassen wird, weil „selbst durch Anwendung einer besonders sichernden Verpackung nicht unbedingt eine Gefahr bei der Beförderung des Calciumcarbides zu vermeiden sei“ und es deshalb abgelehnt, das Verbot wieder aufzuheben. Zu jener Zeit herrschte die Auffassung, dafs dieses Verbot die Entwickelung der Acetylenlaternenindustrie, z. B. Fahrradlaternen, Chaisenlaternen, Handlaternen u. s. w., in empfindlicher Weise hemmen würde, weil die Besitzer solcher Laternen das Carbid nicht in Originalpackungen, sondern in der Regel nur in kleinen Posten bis zu etwa 5 kg Gewicht beziehen. Da man beim Bahntransport mindestens 20 kg verfrachten mufs, mit dessen Benutzung auch viele Umstände und Nebenkosten verknüpft zu sein pflegen, so fürchtete man in den Kreisen der Acetylenindustrie, dafs aus diesem Grunde der Gebrauch der Acetylenlaternen unterbleiben würde. Der Deutsche Acetylenverein hat deshalb im Jahre 1900 systematische Untersuchungen anstellen lassen, welche alle beim Postversand des Carbides überhaupt möglichen Gefahren und Unzuträglichkeiten berücksichtigten, um der Postbehörde das Material für eine objektive Beurteilung dieser Frage an die Hand zu geben. Das Ergebnis dieser von M. Altschul durchgeführten Versuche [1]) ging dahin, dafs, wie vorauszusehen war, für ein Verbot des Postversandes von Carbid keine Veranlassung besteht. In dem darüber erstatteten Gutachten werden folgende Vorschriften für das mit der Post zu versendende Carbid empfohlen:

1. Carbid darf nicht in Glasgefäfsen oder ähnlichen, leicht zerbrechlichen Behältern, sondern nur in Weifsblech- oder Metallbüchsen versandt werden.
2. Die Metallgefäfse müssen luftdicht verschlossen sein, sei es durch Verlöten oder durch eine geeignete mechanische Vorrichtung.
3. Die Metallgefäfse müssen in einem Körbchen bezw. in einem mit weichem Material ausgefüllten Holzkistchen verpackt werden.

Eine mit diesem Gutachten am 15. November 1900 eingereichte neue Eingabe des Deutschen Acetylenvereins an das Reichspostamt blieb ebenfalls erfolglos. Inzwischen hat indessen die Erfahrung gelehrt, dafs das Verbot des Postversandes von Carbid die erwarteten üblen Folgen nicht gehabt hat. Man hat heute wohl an jedem Orte Gelegenheit, Carbid für Acetylenlaternen in kleinen Posten zu kaufen.

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 490.

Schiffstransport. Für den Carbidtransport auf Flufsschiffen existieren besondere Bestimmungen nicht. Bei Befolgung der für den Eisenbahntransport in Bezug auf die Verpackung bestehenden Vorschriften übernehmen die meisten Schiffahrtsgesellschaften die Beförderung auf Flufsschiffen ohne weiteres. Dagegen ergeben sich für den Seetransport des Carbides auf deutschen Schiffen erhebliche Schwierigkeiten, unter denen der deutsche Carbidexport schwer zu leiden hat. Das Haupthindernis ist darin zu suchen, dafs ein Transport des Carbides auf Personenschiffen, welche mehr als 24 Reisende an Bord haben, verboten ist[1]). Infolgedessen fehlt es oft überhaupt an der Möglichkeit, nach diesem oder jenem Lande Calciumcarbid zu versenden. Bietet sich aber die Gelegenheit, so pflegen wegen der angeblichen grofsen Gefährlichkeit des Carbides so hohe Frachtsätze berechnet zu werden, dafs es für den deutschen Exporteur kaum möglich ist, mit dem amerikanischen Carbid, das unter wesentlich leichteren Bedingungen verfrachtet werden kann, zu konkurrieren. Ende des Jahres 1901 sind von der Seeberufsgenossenschaft Vorschläge ausgearbeitet worden für eine neue „Verordnung, betreffend die Beförderung gefährlicher Güter in Kauffahrteischiffen". Darin hat das Calciumcarbid folgende Berücksichtigung gefunden:

Begriffsbestimmung (§ 1, B. I. c): „Feuergefährliche Stoffe, von aufsen entzündlich."

Verpackungsvorschrift (§ 4, B. 3): „Calciumcarbid (I, c) mufs in verbleiten oder verzinnten eisernen Gefäfsen von mindestens 0,6 mm Wandstärke verpackt sein, welche hermetisch verschlossen, in starken Holzumschliefsungen fest verpackt sind und nicht über 135 kg brutto wiegen."

Verladungsvorschrift: A. Personenschiffe (§ 6): „Auf Schiffen, welche bei Reisen in der Wattfahrt und der kleinen Küstenfahrt mehr als 10, bei weiteren Reisen mehr als 24 Reisende an Bord haben, dürfen Sprengstoffe und feuergefährliche Stoffe der Klasse I a, b und c überhaupt nicht verladen werden." Zu I c gehört auch das Calciumcarbid.

B. Andere Schiffe (§ 8, 5): „Calciumcarbid darf unter Deck nur dann verladen werden, wenn es nicht durch darüberliegende Ladung ungebührlich belastet wird."

Die darin aufgestellten Vorschriften für die Verpackung (§ 4, B. 3), sowie diejenigen für die Verladung auf anderen als den in § 6 verzeichneten Schiffen (§ 8, 5) sind in jeder Weise sachgemäfs und begründet.

Anders liegen dagegen die Verhältnisse in Bezug auf die Bestimmung des Begriffs „Calciumcarbid" (§ 1, B. I. c), sowie für die Verladungsvorschriften auf „Personenschiffen" (§ 6).

---

[1]) Vergl. die Verpackungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft S. 82.

Die Bezeichnung als „feuergefährlicher, von aufsen entzündlicher“ Stoff ist für das Calciumcarbid eine absolut unzutreffende. Es läfst sich überhaupt nicht in die von der Seeberufsgenossenschaft aufgestellten Klassen einreihen. Eine den Thatsachen entsprechende Bezeichnung würde sein: „An sich ungefährlicher Stoff, der jedoch bei der Berührung mit Wasser ein feuergefährliches und im Gemenge mit Luft explosibles Gas abgiebt“.

Was nun die Beförderung auf Personenschiffen anbelangt, so haben wir an anderer Stelle [1]) dargelegt, dafs das Calciumcarbid an sich keine einzige jener Eigenschaften besitzt, welche einen Gegenstand als feuergefährlich kennzeichnen. Es kann letztere Eigenschaft nur annehmen, wenn zunächst seine Verpackung derart zerstört wird, dafs der Inhalt dem Wasser zugänglich wird und dann hintereinander noch eine ganze Reihe von Zufälligkeiten eintritt, deren jede für sich eine Seltenheit ist und dann auch nur, wenn das Carbid in einem nicht ventilierten Raume lagert. Nun ist aber die in § 4, B. 3 vorgesehene Verpackung eine solche, dafs eine Zertrümmerung der Carbidgefäfse fast ausgeschlossen erscheint. Es dürfte deshalb unbedenklich sein, die Verfrachtung des Carbides auf Personenschiffen der in § 6 vorgesehenen Art zuzulassen, sofern für eine hinreichende Entlüftung der Lagerräume Sorge getragen wird. Glaubt man noch besondere Vorschriften erlassen zu sollen, so wäre vielleicht eine Bestimmung in Erwägung zu ziehen, nach welcher für Carbidmengen über 5000 oder 10 000 kg besondere, für sich wasserdicht abgeschlossene Lagerräume verlangt werden, die zur Mitlagerung anderer Gegenstände nicht benutzt werden dürfen.

Wenn nicht durch eine derartige Verordnung der zur Zeit dem Reichsamt des Innern vorliegende Entwurf entsprechend ergänzt wird, dürfte das sonst aufserordentlich entwickelungsfähige deutsche Carbidexportgeschäft [2]) nach wie vor ein recht unbedeutendes bleiben, was auch im Interesse des Exportes von Acetylenapparaten im hohen Grade bedauerlich wäre. Sobald die Verfrachtung auf Dampfschiffen freigegeben sein wird, besteht jederzeit die Möglichkeit, nach allen überseeischen Ländern exportieren zu können und zwar zu Preisen, die eine Konkurrenz mit amerikanischem Carbid durchaus gestatten, was, wie gesagt, die zeitigen Frachtsätze nicht zulassen. Nachstehende Zusammenstellung der Frachtkosten, wie sie Ende des Jahres 1901 für Carbid gezahlt werden mufsten, wird dies deutlich zum Ausdruck bringen:

---

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid“. — [2]) Über die bisher aus Deutschland exportierten Carbidmengen werden nähere Angaben gemacht in dem Abschnitt über den Carbidhandel.

Frachtkosten von Hamburg nach:

Holland (Amsterdam, Rotterdam): 20 Mk. für 1000 kg brutto.
Südafrika (Capstadt): 70 bis 80 Mk. für den Kubikmeter = etwa 100 Mk. für 1000 kg brutto.
Sydney, Melbourne, Adelaide: 70 Mk. für den Kubikmeter = etwa 100 Mk. für 1000 kg brutto.
Buenos-Ayres, Montevideo: 100 Mk. für den Kubikmeter = 140 Mk. für 1000 kg brutto.
Rio, Santos: 200 Mk. für den Kubikmeter = 280 Mk. für 1000 kg brutto.
Bombay: 100 Mk. für den Kubikmeter = 140 Mk. für 1000 kg brutto.
Jokohama: 180 Mk. für den Kubikmeter = 300 Mk. für 1000 kg brutto.

Frachtkosten von New York nach:

Hamburg: 6 Dollar = 25,20 Mk. für 1000 kg brutto.
London: 16 sh. für 1000 kg brutto.

Diese Zusammenstellung zeigt:

1. dafs die Berechnung der Fracht auf deutschen Schiffen nach völlig verschiedenen Grundsätzen erfolgt. Während z. B. bei einer Fahrt nach Australien (sechs Wochen Fahrzeit) nur 100 Mk. für 1000 kg berechnet werden, werden nach Brasilien (vier Wochen Fahrzeit) dafür 280 Mk. und nach Jokohama (vier bis fünf Wochen Fahrzeit) 300 Mk. gefordert;
2. dafs die Frachtkosten auf deutschen Schiffen unverhältnismäfsig viel höher sind, als diejenigen auf amerikanischen Schiffen;
3. dafs die Frachtkosten auf deutschen Schiffen nach manchen Plätzen höher sind, als das Carbid f. o. b. Hamburg kostet.

Probenahme und Untersuchung von Calciumcarbid.

Die besondere Technik, welche bei der Herstellung des Calciumcarbides angewendet wird, die Verwendung von Naturprodukten als Rohmaterialien, läfst es für absehbare Zeit als ausgeschlossen erscheinen, dafs ein chemisch reines Erzeugnis im Handel erscheint; vielmehr ist mit der Thatsache zu rechnen, dafs stets eine solche Ware in den Verkehr gelangen wird, welche nur zum Teil aus reinem, Acetylen lieferndem Carbid besteht, zum Teil aber aus Verunreinigungen verschiedener Art.

Die Natur dieser Verunreinigungen, welche im besonderen Kapitel erörtert wurde[1]), bedingt, dafs sie einen zweifachen Einflufs auf die Qualität des Carbides ausüben. Die durch Wasser nicht zersetzlichen

[1]) Vergl. S. 50 bis 68.

Verunreinigungen, wie Ferrosilicium, Carborundum, Kohle u. s. w., und diejenigen, welche von Wasser wohl zersetzt werden, aber kein Gas liefern, wie Kalk und dergleichen, verschlechtern die Qualität des Handelscarbides, indem sie dessen Gasausbeute vermindern; die anderen, durch Wasser unter Gasentbindung zersetzlichen Verunreinigungen, wie z. B. Aluminiumsulfid, Calciumphosphid u. s. w., verschlechtern zwar nicht die Gasausbeute, dagegen in erheblichem Maſse die Qualität des entwickelten Gases, denn durch diese Verunreinigungen werden dem Acetylen Bestandteile zugeführt, die dessen Verwendung ungemein herabmindern.

So wichtig die Verunreinigungen der zweiten Kategorie sind, so spielen sie bei der Wertbemessung des Handelscarbides nur eine untergeordnete Rolle, denn ihre Menge ist eine sehr geringe, selten 1 Proz. übersteigende; diese Verunreinigungen lassen sich leicht indirekt durch Untersuchung des aus solchen Carbiden erhaltenen Gases feststellen, so daſs eine direkte Bestimmung derselben in den meisten Fällen überflüssig ist. Sie ist nur dann notwendig, wenn, wie bei Bestimmung des Wertes eines Acetylenapparates, es darauf ankommt, festzustellen, welche Mengen von durch Wasser zersetzbaren Verunreinigungen des Carbides in das Acetylen gelangen und welche im Apparate verbleiben.

Weit wichtiger sind die Verunreinigungen erster Art; dieselben üben eine groſse Wirkung auf die quantitative Zusammensetzung des Carbides aus und beeinträchtigen in hohem Grade die Menge des aus dem Carbide erhaltenen Acetylens. Während reines Carbid der Formel CaC_2 eine Acetylenausbeute von 348,5 Liter bei 760 mm und 0° C. ergiebt, kommen gelegentlich im Handel Carbide vor, welche kaum 250, ja sogar nur 160 bis 200 Liter Acetylengas ergeben.

Für die Wertbemessung des Carbides ist deshalb von wesentlicher Bedeutung die Feststellung der Menge des in demselben enthaltenen Reincarbides. Die Menge des letzteren entspricht aber, infolge des an sich sehr geringen Gehaltes des Carbides an durch Wasser zersetzbaren Verunreinigungen, der aus dem Carbide erhaltenen Ausbeute an Rohacetylen; es bietet deshalb die Menge des aus Carbid erhaltenen Gases ein vollgültiges Kriterium zur Beurteilung von dessen Handelswert.

Entsprechend dieser Schluſsfolgerung hat auch der Deutsche Acetylenverein und nach ihm alle anderen in Betracht kommenden Körperschaften des In- und Auslandes die Bestimmung angenommen, daſs als Nachweis der Qualität von Handelscarbid dessen durch Gasausbeute festgestellter Gehalt an Reincarbid gilt.

Für besondere Zwecke, wie oben erwähnt, und für wissenschaftliche Untersuchungen ist eine solche lediglich auf die Wertbemessung durch Bestimmung der Gasausbeute gerichtete Untersuchung nicht ausreichend. Dieselbe hat sich in diesen Fällen nicht nur auf die Be-

stimmung der Menge des Reincarbides, sondern auch der Menge und Art der Verunreinigungen zu beziehen.

Eine unerläfsliche Bedingung für eine richtige Carbiduntersuchung, gleichgültig ob dieselbe lediglich in der Feststellung der Gasausbeute oder in der Bestimmung der Verunreinigungen besteht, ist eine zuverlässige Probeentnahme.

Das Handelscarbid ist ein sehr ungleichmäfsiges Produkt. Aus einer und derselben Trommel entnommene Carbidstücke zeigen eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Bei der Beurteilung einer Partie Handelscarbid kann man sich deshalb nicht damit begnügen, aus einer beliebigen Trommel ein Muster zu entnehmen und dasselbe zu untersuchen, sondern es ist notwendig, die zu analysierenden Proben aus einer möglichst grofsen Anzahl von Gefäfsen zu entnehmen. Die Proben soll man derart ziehen, dafs jede zehnte Trommel geöffnet und hier an zwei Stellen mit einer Schaufel (nicht mit der Hand, um ein unwillkürliches Herausgreifen gröfserer Stücke zu vermeiden) Muster im ungefähren Gewicht von je $^1/_4$ kg entnommen werden, welche, alle zusammen gethan, als Durchschnittsmuster der betreffenden Partie dienen. Diese Vorschrift, welche als Norm für den Carbidhandel sich eingebürgert hat, liefert recht gute Resultate. Es hat sich erwiesen, dafs die aus solchen Durchschnittsmustern erzielte Gasausbeute der thatsächlichen Gasausbeute des ganzen Carbides bis auf etwa 2 Proz. entspricht [1]).

Die so erhaltene Durchschnittsprobe des Carbides kann deshalb, eine sorgfältige Untersuchung vorausgesetzt, als Standard für die Carbidpartie dienen. Jedoch begegnete die Analyse eines solchen Musters gewissen Schwierigkeiten.

In der Praxis handelt es sich gewöhnlich um gröfsere Posten Carbid, die auf Gasausbeute untersucht werden sollen und sind deshalb auch die erhaltenen Proben oft von bedeutendem Gewicht, in der Regel 5 kg, als Durchschnittsmuster einer Waggonladung Carbid. Diese Muster bestehen aus vielen an sich ungemein verschiedenen Teilchen von Carbid, so dafs die Untersuchung der einzelnen Stücke keinen Anhalt für die Beurteilung des Postens giebt. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Reihe von Versuchen zusammengestellt, die derart ausgeführt wurden, dafs von bestimmten Carbidmengen (Spalte 2) Muster im ungefähren Gewicht von 1 kg gezogen wurden. Von diesen wurden drei einzelne Partien im ungefähren Gewichte von 30 g vergast (Spalte 4, 5 und 6), sodann der Rest für sich zersetzt (Spalte 8). In Spalte 3 ist der Gehalt an Gas angegeben, der aus der betreffenden Partie thatsächlich in der Gasanstalt erhalten und mittels Gasuhr gemessen wurde; Spalte 7 enthält die mittlere der aus den Untersuchungen der drei kleinen

[1]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 181; vergl. v. Cedercreutz, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 252, 334.

Muster erhaltenen Gasausbeuten, Spalte 9 die gröfste Differenz der einzelnen Untersuchungen der drei kleinen Muster untereinander; Spalte 10 zeigt die Differenz des aus der Untersuchung der drei kleinen Muster erhaltenen Mittelwertes (Spalte 7) und der in der Gasanstalt erhaltenen Gasausbeute (Spalte 3), Spalte 11 die Differenz des durch Vergasung des Restmusters erhaltenen Wertes (Spalte 8) und der thatsächlich erhaltenen Gasausbeute (Spalte 3).

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	kg	Liter								
10. August 1900	50	294	252	306	292	283	302	54	—11	+ 8
14. „ 1900	50	286	246	206	296	269	293	50	—17	+ 7
16. „ 1900	100	268	263	286	282	277	276	23	—19	+ 8
22. „ 1900	50	283	248	266	283	266	292	35	—17	+ 9
4. Septbr. 1900	50	290	306	276	282	288	294	30	— 2	+ 4
9. „ 1900	100	266	204	268	212	228	276	64	—38	+10
16. „ 1900	50	264	302	273	282	286	270	13	+22	+ 6
21. „ 1900	50	276	226	293	292	270	282	64	— 6	+ 6
22. „ 1900	100	272	282	286	283	283	269	4	+11	— 3
		bei 760 mm und 15° C.[1]								

Es ist deshalb notwendig, will man die aus einer Partie Carbid gezogene Probe derart analysieren, dafs man nur einen Teil derselben anwendet, diese noch genügend zu zerkleinern, um eine dem wirklichen Durchschnitt entsprechende Analysenprobe zu erhalten.

Doch auch hierbei kann eine aus dem Partiemuster erhaltene Durchschnittsprobe noch keineswegs mafsgebend sein für die Beurteilung der Ware. Die durch Zerkleinerung eines Musters erhaltenen Einzelproben zeigen untereinander eine grofse Differenz, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist[2]):

	Vergaste Menge g	Rohacetylen bei + 15° C. und 760 mm Liter	Differenz Liter
Probe A. 2 kg	80 80 80	316 310 306	10
Probe B. 2 kg	80 80 80	316 326 316	10
Probe C. 8 kg	80 80 80	296 299 300	4

[1]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 17. — [2]) v. Cedercreutz, Ebenda 4, 53.

Es ist deshalb notwendig, um ein entsprechendes Resultat durch Analyse kleiner Muster zu erhalten, eine gröfsere Anzahl derselben zu vergasen. Die Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins, welche auf Grund des Vorschlages einer Kommission aufgestellt wurden, besagen, dafs aus einem Muster bis zu 500 g nach der Zerkleinerung mindestens 3, bis zu 1 kg 5, bis zu 3 kg 7 und darüber 10 Proben à 50 g untersucht resp. vergast werden sollen.

Diese Mafsnahme erweist sich als absolut unerläfslich, auch wenn man statt Proben, welche 50 g wiegen, solche zu 250 g nimmt und zwar in Anbetracht des Verhaltens, welches Carbid beim Zerkleinern zeigt. Wie schon beim Kapitel „Zusammensetzung des technischen Carbides"[1]) erwähnt wurde, tritt beim Zerkleinern des Carbides die Erscheinung ein, dafs zunächst weichere, poröse, aber auch minderwertigere Stücke und sodann erst härtere Stücke reinen Carbides angegriffen werden. Gleichzeitig tritt aber eine nicht unbedeutende Zersetzung des Carbides ein, wenn man die Zerkleinerung über eine gewisse Korngröfse fortsetzt. Aus den Untersuchungen von Mecke[2]) hat Hammerschmidt[3]) geglaubt, nachweisen zu können, dafs bei der Zerkleinerung nur eine Anreicherung der kleinen Stücke mit dem leichter zerstampfbaren Nichtcarbid, aber keine Zersetzung stattfindet, weil das Nichtcarbid eine an sich ziemlich konstante Zusammensetzung zeigt. Es ist jedoch zu bemerken, dafs schon Mecke[4]) selbst eine Änderung dieser Zusammensetzung beobachtet hat, wie folgende Tabelle ergiebt:

I. Stücke von Bohnen = bis Haselnufsgröfse,
II. „ „ Hirse = bis Hanfkorngröfse,
III. Grobes Pulver.

Auf 100 Teile Nichtcarbid sind enthalten:

	I.	II.	III.
In Salzsäure unlöslicher Rückstand . .	11,3	18,9	20,6
Eisenoxyd und Thonerde	5,9	5,9	5,5

Aus seinen eigenen Untersuchungen glaubte v. Cedercreutz[5]) den Nachweis zu erbringen, dafs man durch Analyse kleiner Mengen Resultate erhält, die mit dem thatsächlichen Gasgehalt des Musters übereinstimmen. Diese Schlufsfolgerung ist aber nicht recht verständlich, wenn man sieht, dafs v. Cedercreutz selbst bei der Untersuchung der einzelnen Muster (Tabelle siehe S. 100 unten) Differenzen bis 10 Liter erhalten hat und ferner, dafs bei Vergasung von 1 kg des untersuchten Musters erhalten wurde bei

Muster A	315 Liter
„ B	324 „
„ C	302 „

[1]) Vergl. S. 61. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 178. — [3]) Ebenda 4, 260. — [4]) A. a. O. — [5]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 53.

demnach gegen die bei einzelnen kleinen Mustern erhaltenen Resultate Differenzen bei

Muster A von . . . . 9 Liter
„ B „ . . . . 8 „
„ C „ . . . . 6 „ [1])

Untersuchungen von Caro [2]) haben ergeben,

1. dafs beim Zerkleinern von Carbid stets eine gewisse, mit den im Laboratorium gebräuchlichen Zerkleinerungsmitteln nicht unter 10 Proz. sinkende Menge Staub erhalten wird;
2. dafs je kleiner die Korngröfse ist, zu der das Carbid zerkleinert wird, desto mehr Nichtcarbid diese Körner enthalten;
3. dafs mit der fortschreitenden Zerkleinerung stets eine wesentliche Zersetzung des erhaltenen Staubes und der Körner (Granalien) eintritt;
4. dafs eine Durchschnittsprobe des zerkleinerten Carbides weniger Gas ergiebt, als das angewendete Muster;
5. dafs die vom Staub abgesiebten Carbidkörner eine schwankende Zusammensetzung zeigen, d. h. einmal mehr, einmal weniger Acetylen ergeben als die angewendete Carbidprobe.

Die Untersuchungen wurden derart ausgeführt, dafs ein gröfseres Muster möglichst gleichmäfsigen Stückcarbides (durchschnittlich 5 kg) in zwei Teile geteilt wurde. In einem Teile wurde der Gasgehalt durch Totalvergasung bestimmt, der andere dagegen zerkleinert und durch ein Satz Siebe mit 10, 8, 6, 4 und 2 mm geschüttet; das Sieb war allseitig geschlossen und der Staub sammelte sich auf dem unteren Boden. Nunmehr wurden die einzelnen auf den Sieben befindlichen Carbidteile gewogen und deren Gasgehalt bestimmt. Die Zersetzung des Carbidstaubes konnte auf gewöhnlichem Wege durch Zutröpfeln von Wasser resp. Eintragen in Wasser nicht erfolgen, da hierbei eine allzu starke Erhitzung und Verteerung stattfand. Vielmehr wurde nach der in der Praxis von Frank und Caro verwendeten Methode als Zersetzungsflüssigkeit etwa 80 prozentiger Spiritus genommen [3]).

Die aus 10 Versuchen erhaltenen Resultate ergaben folgenden Durchschnitt:

Weite des Siebes mm	Menge des Carbides Proz.	Ergiebigkeit Liter	Literprozente
10	10	292,0	2920,0
8	22,3	290,3	6463,7
6	28,6	282,1	8068,0
4	9,8	270,0	2646,0
2	12,6	268,2	3489,3
Staub	16,7	232,3	3879,4
			27466,4

[1]) v. Cedercreutz, a. a. O. — [2]) Originalmitteilung. — [3]) Vergl. auch Mathews, Amer. Chem. Journ. 22, 106.

Im Durchschnitt erhält man einen Gehalt von 274,6 Liter pro Kilogramm Carbid, während die Untersuchung der ersten Hälfte durch Totalvergasung im Durchschnitt 288,6 Liter pro Kilogramm ergab. Es fand demnach beim Zerkleinern ein absoluter Verlust von 14 Liter, d. h. von fast 5 Proz. statt[1]). Noch gröfser ist dieser Verlust, wenn man die Zerkleinerung des Carbides bis zur Staubfeinheit treibt.

Aus obigen Versuchen ergiebt sich ferner, dafs auch ein gewisser Verlust stattfindet, wenn man den Staub aufser Betracht zieht. Nach Abzug des letzteren verbleiben nämlich 83,3 Teile mit einem Gehalte von 23587 Literprozenten, d. h. mit einer Ausbeute von 283,1 Liter pro Kilogramm, gegen 288,6 Liter thatsächlich erhaltener Gasausbeute. Dieser Unterschied war aber bei den einzelnen ausgeführten Untersuchungen sehr schwankend, zum Teil verschwand er ganz.

Noch schwankender und unsicherer werden die erhaltenen Resultate, wenn man Carbide verwendet, die, wie das häufig vorkommt, Metalleinschlüsse enthalten. Diese Fremdkörper sind gewöhnlich so aufserordentlich hart, dafs sie allen Mahl- und Zerkleinerungsvorrichtungen widerstehen; je nach Gröfse derselben ergiebt dann die den Einschlüssen entsprechende Korngröfse Carbid einen erheblich geringeren Gehalt an Acetylen, als er normalerweise erhalten wird[1]).

Alle diese Umstände, und nicht zum mindesten der Umstand, dafs beim Zerkleinern stets gröfsere Mengen Staub erhalten werden, lassen die Methode der Bestimmung der Gasausbeute des Carbides durch Zerkleinern desselben und Untersuchung einzelner kleiner Muster als mit unkontrollierbaren Fehlern behaftet erscheinen, Fehlern, die nur zum Teil dadurch eliminiert werden können, dafs aus jedem zerkleinerten Muster entsprechend den Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins mehrere Untersuchungen ausgeführt werden.

Hiermit soll aber nicht gesagt sein, dafs diese Methode für alle Zeiten zu verwerfen ist. Sollte es gelingen, einen Apparat zu konstruieren, welcher eine einwandsfreie Zerkleinerung, Durchmischung und Probenahme des aus einer Partie Carbid erhaltenen Musters gestattet, so kann die Untersuchung auch mit kleineren Mengen ausgeführt werden, eine einwandsfreie Vergasung der entnommenen Probe vorausgesetzt.

Die Mängel der Bestimmung der Ausbeute an Gas aus Carbid durch Zerkleinern des aus der Ware gezogenen Musters und Untersuchung kleinerer Partien desselben haben veranlafst, dafs bei derartigen Untersuchungen, um die Fehler einer nochmaligen Probenahme zu vermeiden, das ganze Muster ohne weitere Vorbereitung vergast und die Gasausbeute bestimmt wird. Diese von Caro empfohlene und eingeführte Methode ist vom Deutschen Acetylenverein, und nach ihm fast von

---

[1]) Caro, Originalmitteilung.

allen maſsgebenden Institutionen [1]) als solche anerkannt worden, durch deren Anwendung die gröſste Genauigkeit erreicht wird.

Es ist klar, daſs die Vergasung kleinerer oder gröſserer Muster nicht nur unter Beobachtung aller sonst bei gasanalytischen Arbeiten zu beachtenden Vorsichtsmaſsregeln ausgeführt werden muſs, sondern auch unter Erfüllung derjenigen Bedingungen, die durch die Natur der Untersuchung geboten sind.

Die Zersetzung gröſserer Mengen Carbid geschieht ausschlieſslich durch Eintragung von Carbid in Wasser. Beim Zutropfen oder Zuflieſsen von Wasser zu Carbid tritt eine so starke Erhitzung ein, daſs eine unkontrollierbare Verteerung und Kondensation des erhaltenen Gases, demnach auch eine Volumkontraktion, stattfindet.

Das zur Zersetzung des Carbides gebrauchte Wasser muſs vor der Zersetzung mit Acetylen gesättigt sein. Dieses geschieht am zweckmäſsigsten, indem man den 25. Teil des Wassergewichtes an Carbid im Entwickelungswasser zersetzt und sodann die Gasometer(Meſs-)glocke des Apparates auf etwa eine Stunde unter Druck setzt [2]) oder auch, indem man zweimal eine Carbidmenge zersetzt, deren Gewicht etwa 1 Proz. der angewandten Wassermenge ausmacht [3]).

Zum Entwickeln kann man unbedenklich Portionen bis 1 kg auf einmal einwerfen, ohne irgend welche lokalen Überhitzungen, resp. Kondensationen zu befürchten, vorausgesetzt, daſs die Menge des Entwickelungswassers eine genügende ist. Die beim Einwerfen gröſserer Carbidmengen in Wasser angeblich beobachtete Gelbfärbung [4]) kann nicht als Beweis dienen, daſs hierbei Teerbildung eintritt. Erfolgt nämlich eine solche, so ist sie stets von einem verstärkten Auftreten organischer Schwefelverbindungen im Gase begleitet [5]), während bei Verwendung von 40 Liter Entwickelungswasser auf 1 kg Carbid eine anormale Bildung dieser Produkte niemals beobachtet wurde [6]).

Von Wichtigkeit ist, daſs das entwickelte Gas eine dem Raume entsprechende Temperatur vor dem Messen annimmt. Dieses erfolgt in rationeller Weise, indem man das Gas vor der Messung durch einen Wäscher leitet, welcher mit Acetylen bei Lufttemperatur gesättigtes Wasser enthält. Die im Wäscher befindliche Wassermenge muſs mindestens 10 Liter auf etwa 40 Liter Entwickelungswasser betragen, dann tritt während der Gasentwickelung nur eine sehr geringe Temperatursteigerung ein. Wird trotzdem eine erhebliche Erhöhung der Temperatur im Wäscher beobachtet [7]), so liegt das entweder an einer unzweckmäſsigen Konstruktion oder an ungenügender Füllung desselben. Nimmt

[1]) Vergl. Bericht über den Pariser Acetylenkongreſs 1901; Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 432. — [2]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 181. — [3]) v. Cedercreutz, ebenda **4**, 53. — [4]) Hammerschmidt, ebenda **4**, 261. — [5]) Vergl. Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. **2**, 337; **3**, 217. — [6]) Caro, Originalmitteilung; vergl. auch weiter unten den Abschnitt: „Verunreinigungen des techn. Acetylens". — [7]) Altschul, Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 302.

man nämlich an, dafs im Apparat 5 kg Carbid zur Vergasung gelangen und 40 Liter Entwickelungswasser verwendet werden, so tritt theoretisch eine Wärmeentbindung von 5 × 400 = 2000 Cal. ein, d. h. eine Temperaturerhöhung von 50°. Das entweichende Gas, 1500 Liter = 1,75 kg, welches theoretisch dieselbe Temperatur haben mufs, besitzt, da die specifische Wärme des Acetylens auf das gleiche Gewicht Wasser bezogen etwa 0,25 ist, einen Wärmevorrat von 87,5 Cal., welche imstande sind, die Temperatur von 10 Liter Wasser um 8,7° zu erhöhen. Thatsächlich ist aber diese Temperatur eine erheblich niedrigere, da infolge Strahlung, Fortleitung u. s. w. der gröfste Teil der Wärme verloren geht, und beträgt die beobachtete Temperatursteigerung bei solchen Messungen nie mehr als 1,5° bis 2° [1]).

Die Messung des erhaltenen Acetylens erfolgt zweckmäfsig in einer genau kubizierten Gasbehälterglocke, welche nicht nur eine genaue Ablesung der auf einem festen Mafsstabe befindlichen Literangabe gestattet, sondern auch einen Ausgleich des äufseren und inneren Druckes, sei es durch Anbringung einer Gallschen Kette, sei es durch Auflegen von Gewichten. Das Messen durch eine Gasuhr kann nur dann vorgenommen werden, wenn dieselbe genau geaicht ist, die Aichung öfters kontrolliert wird [2]) und wenn ferner die Durchlafsgeschwindigkeit eine konstante ist, was am zweckmäfsigsten durch Zwischenschaltung einer Reglerglocke erfolgt [3]). Es ist selbstverständlich, dafs das Absperrwasser des Gasbehälters resp. Gasmessers mit Acetylen gesättigt sein mufs.

Eine sorgsame Arbeit vorausgesetzt, liefert die Gasausbeutebestimmung durch Totalzersetzung des aus der Carbidpartie gezogenen Musters absolut sichere Resultate. Etwaige Fehler, welche dadurch entstehen, dafs das Entwickelungswasser vor der Zersetzung eine andere Temperatur und demnach einen anderen Sättigungsgrad zeigt, als nach der Zersetzung, sind unerheblich. Unter der Annahme, dafs die hierbei auftretende Temperatursteigerung eine theoretische ist, eine Annahme, die den thatsächlichen Verhältnissen in keiner Weise entspricht, beträgt der hieraus resultierende Fehler höchstens 1,4 Proz. [4]).

Dieser Fehler kann fast vollständig dadurch eliminiert werden, dafs man nach erfolgter Zersetzung des Carbides vor der letzten Ablesung so lange wartet, bis das Entwickelungswasser höchstens noch 10° wärmer ist, als es ursprünglich war [5]).

Die Apparate, welche zur Untersuchung des Carbides durch Totalvergasung angewendet werden, müssen eine genaue analytische Arbeit gestatten. Nach den vom Deutschen Acetylenverein aufgestellten Bestimmungen [6]) müssen diese Apparate folgenden Bedingungen entsprechen:

---

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Vergl. Hammerschmidt, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 265. — [3]) Caro, ebenda 4, 181. — [4]) Hammerschmidt, ebenda 4, 264. — [5]) Caro, a. a. O. — [6]) Verlag Marhold, Halle 1900.

a) Der Apparat mufs mit einem genauen Thermometer versehen sein, das am zweckmäfsigsten die Temperatur des Absperrwassers anzeigt, und mit einem Manometer, das in Verbindung mit dem Gasbehälter steht.

b) Der Entwickler mufs entweder mit einem Gasbehälter versehen sein, welcher so grofs ist, das er das aus der gesamten Menge Carbid entwickelte Gasquantum aufzunehmen imstande ist, oder so konstruiert sein, dafs er bei nicht zu grofsem Gasbehälter (200 Liter) es ermöglicht, eine gröfsere Menge von Carbid zu vergasen.

c) Der Entwickler mufs so konstruiert sein, dafs ein Entweichen der entwickelten Gase aus demselben in die Aufsenluft vollkommen verhindert wird.

d) Der Gasbehälter mufs bis auf $^1/_4$ Proz. seiner Aufnahmefähigkeit kubiziert sein, leichten Gang haben und durch Gegengewicht möglichst in der Schwebe gehalten werden.

e) Das Zersetzungswasser und Absperrwasser mufs vor der Verwendung mit Acetylen gesättigt werden, und aufserdem mufs vor der eigentlichen Untersuchung der Entwickler unter Druck der Absperrflüssigkeit gesetzt werden.

Von diesen Anforderungen entsprechenden Apparaten sei hier beispielsweise eine Ausführungsform beschrieben, wie sie von Caro eingeführt und in den meisten Untersuchungslaboratorien verwendet wird.

Der Apparat (Fig. 24) besteht aus dem Entwickler *A*, dem Wäscher *B* und dem Gasbehälter *C*.

Entwickler *A* besteht aus einem mit Schlammabflufs *a* und Gasableitungsrohr *b* und mit Schrauben befestigtem Deckel *b'* versehenen, cylindrischen Gefäfs mit geneigtem Boden. Im oberen Teile befinden sich zehn Kästen *c* eingesetzt, welche zur Aufnahme des Carbides dienen. Die Böden dieser Kästen sind aufklappbar und liegen mit ihrem aus Draht bestehenden Fortsatze auf einer drehbaren Scheibe *d*. Diese Scheibe ist auf einer Welle *l* gelagert, welche durch eine Stopfbüchse aus dem Entwicklergefäfs geleitet ist und vermittelst der Kette *f* und Rollen *g*, *h* und Kurbel *i* in Drehung versetzt werden kann. Entsprechend der Drehung erfolgt nun eine Drehung der Scheibe *d*. Diese Scheibe, auf der die Carbidbehälter in beschriebener Weise aufliegen, ist mit einem Schlitz *e* versehen. Bei der Drehung kommt der Schlitz unter die aufliegenden Stützdrähte der Böden der Carbidbehälter, wodurch dieselben ihrer Stütze beraubt werden und nach unten aufklappen. Auf diese Weise ist es möglich, die einzelnen Carbidbehälter durch allmähliche Drehung der Kurbel *i* zur Entleerung zu bringen.

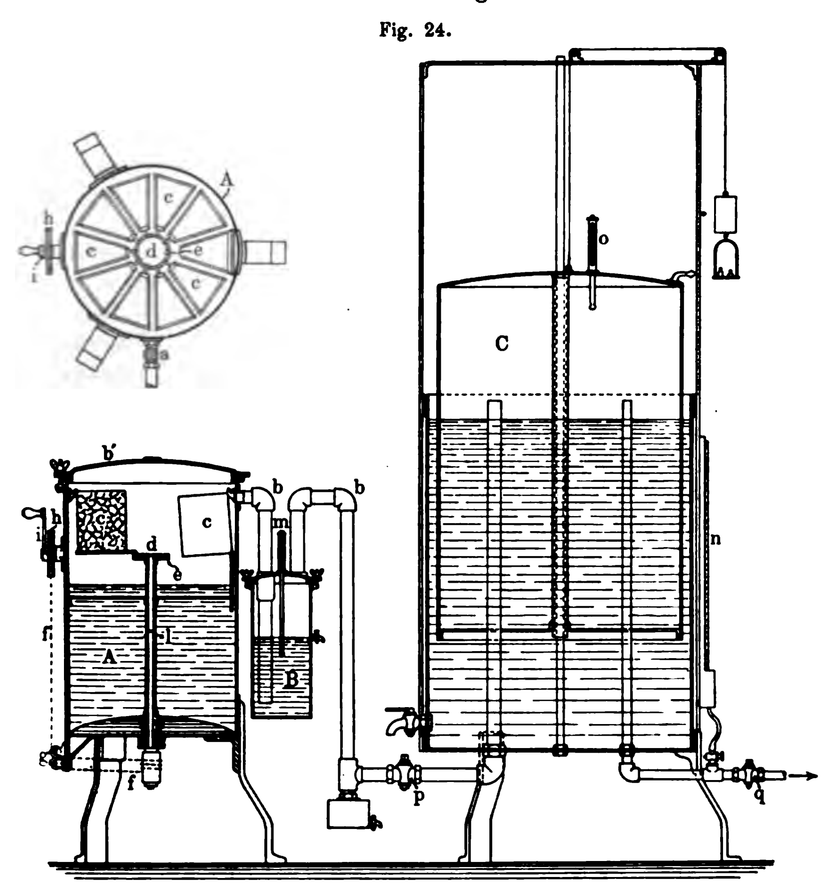
Wäscher *B* ist mit einem in das Absperrwasser reichenden, durch eine Stopfbüchse abgedichteten Thermometer *m* versehen.

Gasbehälter *C* ist mit einer Skala und einem Zeiger versehen, welche seinen Inhalt angeben. Er befindet sich in Verbindung mit dem

Manometer *n* und ist aufserdem mit einem Kontrollthermometer *o* versehen. Das Gasableitungsrohr *q* ist durch einen Hahn verschliefsbar. Zwischen Gasbehälter und Wäscher befindet sich ein Absperrhahn *p*.

Die Dimensionen des Apparates sind so bemessen, dafs jeder einzelne Carbidbehälter reichlich $^1/_2$ kg Carbid aufnehmen kann. Der Gasbehälter fafst etwa 200 Liter und gestattet bei einer Höhe der

Fig. 24.



Apparat von Caro.

Glocke von 850 mm und einem Durchmesser von 550 mm eine genaue Ablesung des Standes bis auf $^1/_2$ Liter.

Im Nachfolgenden sei die Ausführung der Gasausbeutebestimmung eines eingesandten Musters aus einer Waggonladung Carbid, welches in 100 kg-Trommeln verpackt war, beschrieben.

Nach den Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins wird aus jeder zehnten Trommel bei solcher Sendung ein Muster von je 500 g gezogen, dann werden die Muster einzeln oder vereinigt in zugelöteten

Büchsen oder Glasflaschen mit gut eingeschliffenen Stöpseln dem Untersuchungschemiker zugeschickt.

Der Chemiker erhält demnach ein Muster von etwa 5 kg Gewicht.

Vor der Untersuchung werden die Carbidbehälter aus dem Entwickler genommen und der Reihe nach mit der Öffnung nach oben aufgestellt.

In eine besondere Büchse wird beliebiges Carbid in einer solchen Menge gethan, dafs dessen Gewicht etwa $^1/_{25}$ des Wassergewichtes des Entwicklers ausmacht. Hierauf schliefst man den Apparat, und entleert durch Drehung der Kurbel *i* den eingehängten Behälter, indem man die Gasbehälterglocke belastet. Nach etwa zwei Stunden entleert man die Gasbehälterglocke durch Öffnen des Hahnes *q*, entlastet die Glocke, schliefst Hahn *q*, öffnet den Apparat und nimmt den leeren Behälter heraus.

Dann wird die eingesandte Büchse geöffnet, und im ganzen auf einer bis auf $^1/_2$ g genau anzeigenden Wage gewogen. Nun wird der Inhalt in die Carbidbehälter möglichst gleichmäfsig und schnell verteilt, die Behälter werden geschlossen und schnell in den Entwickler eingehängt. Darauf schliefst man den Entwickler durch Anschrauben des Deckels *b'* und wägt nunmehr die leere Carbidbüchse, in der sich das Muster befand.

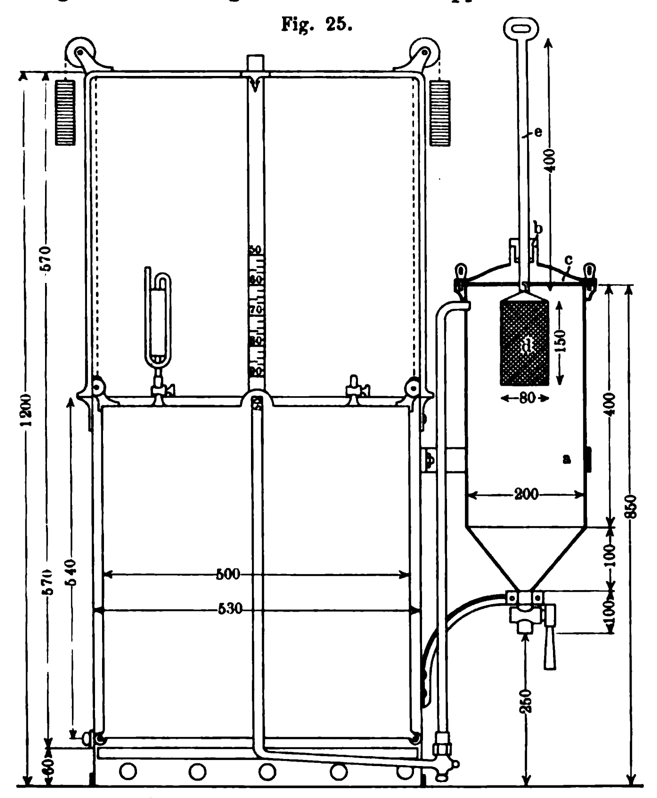
Nun bringt man durch Drehung der Kurbel *i* den Inhalt des ersten Carbidbehälters zur Vergasung.

Nachdem der erste Behälter sich entleert hat, wartet man 10 bis 15 Minuten, bis die Hauptentwickelung des Gases vorbei ist, schliefst Hahn *p*, gleicht, wenn nötig, durch Auflegen von Gewichten den Tauchverlust des Gasbehälters aus, bis das Manometer *n* auf Null einsteht, liest den Stand des Gasbehälters *C*, des Barometers und des Thermometers *m* ab, entleert den Gasbehälter durch Belastung der Glocke und Öffnen des Hahnes *q*, entlastet sodann die Glocke, schliefst Hahn *q*, öffnet Hahn *p* und bringt durch Drehung der Kurbel *i* den Inhalt des zweiten Carbidbehälters zur Entwickelung. So fährt man fort, bis das Carbid aus dem letzten Behälter vergast ist, dann wartet man, bis alles Carbid zersetzt und die Temperatur des Entwickelungswassers gesunken ist (s. o.) und liest dann erst den Stand des Gasbehälters, Thermometers und Barometers ab.

Als geeigneter Apparat zur Ausführung der Untersuchungen von Carbid durch Totalvergasung ist auch der in Fig. 25 dargestellte, der Compagnie française des Carbures de Calcium in Séchilienne anzusehen. Der Entwickler dieses Apparates, *a*, besteht aus einem cylindrischen, unten konisch in einen Schlammhahn auslaufenden Gefäfs. Das zu untersuchende Carbid befindet sich in einem aus Zink bestehenden Korbe *d*, der auf einer durch eine Stopfbüchse *b* des Deckels *c* gehenden Stange *e* aufgehängt wird. Ist der Apparat mit gesättigtem Entwickelungswasser gefüllt, so stöfst man die Stange in den Behälter

und das Carbid gelangt zur Zersetzung. Von Nachteil ist es, dafs man jeweilig höchstens 1 kg ohne Öffnen des Apparates zersetzen kann.

Fig. 25.



Apparat der Cie. française des Carbures de Calcium in Séchilienne.

Eine Untersuchung, d. h. Zersetzung kleinerer Mengen Carbid bedarf naturgemäfs auch gröfserer Sorgfalt, als diejenige grofser Mengen, da hierbei schon geringe Fehler, wie Ablesungsfehler u. s. w., prozentual viel mehr ins Gewicht fallen.

Fig. 26.



Apparat von Bamberger.

Die Bestimmung der Gasausbeute kann auf zweierlei Weise erfolgen: gewichtsanalytisch und volumetrisch. Die erstere Methode nach Bamberger[1]) besteht darin, dafs man ein bestimmtes Gewicht Carbid durch Zutropfenlassen einer gewogenen Wassermenge zersetzt, das entwickelte Gas trocknet und dann den Gewichtsverlust bestimmt.

Der zur Ausführung dieser Methode dienende Apparat (Fig. 26) besteht in einem Entwickelungs-

[1]) Bamberger, Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 196; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 1, 232.

gefäfs, einem in eine Spitze auslaufenden Tropftrichter *C* und einem Chlorcalciumrohr *D*. Die Untersuchung wird in der Weise ausgeführt, dafs man den Hahn schliefst, den Trichter mit Wasser füllt, eine bestimmte Menge Carbid in das Entwicklergefäfs (etwa 50 g) thut und das Chlorcalciumrohr aufsetzt. Nun wägt man den ganzen Apparat. Sodann läfst man, durch Öffnen des Hahnes, Wasser zum Carbid treten und zwar derart, dafs in der Minute höchstens 5 bis 6 Tropfen abfliefsen und nur eine geringe Erwärmung des Gefäfses eintritt, welche noch zweckmäfsig durch Einstellen des Apparates in kaltes Wasser gemildert wird. Ist alles Carbid zersetzt, was nach etwa 3 bis 4 Stunden der Fall ist, so trocknet man den Apparat ab und wägt ihn wieder. Die Gewichtsdifferenz repräsentiert das Gewicht des entwichenen Acetylens und läfst sich aus demselben das Volumen bei 0° und 760 mm Druck nach beifolgender Tabelle berechnen.

Tabelle der Prozente Reincarbid und Anzahl Liter Acetylen aus Gewichtsprozenten Acetylen (nach Bamberger).

Reincarbid Proz.	Liter für 1 kg	Differenz	Acetylen Gewichtsproz.	Differenz
100	348,9		40,625	
		3,5		0,40
99	345,4		40,22	
		3,5		0,41
98	341,9		39,81	
		3,5		0,41
97	338,4		39,40	
		3,5		0,40
96	334,9		39,00	
		3,5		0,41
95	331,5		38,59	
		3,5		0,40
94	328,0		38,19	
		3,5		0,41
93	324,5		37,78	
		3,5		0,41
92	321,0		37,37	
		3,5		0,40
91	317,5		36,97	
		3,5		0,41
90	314,0		36,56	
		3,5		0,41
89	310,5		36,15	
		3,5		0,41
88	307,0		35,74	
		3,5		0,41
87	303,5		35,33	
		3,5		0,41
86	300,0		34,92	
		3,5		0,40
85	296,5		34,52	
		3,5		0,41
84	293,0		34,11	
		3,5		0,41
83	289,5		33,70	
		3,5		0,41
82	286,0		33,29	
		3,5		0,41
81	282,5		32,88	
		3,5		0,41
80	279,0		32,47	
		3,5		0,41
79	275,5		32,06	
		3,5		0,41
78	272,0		31,65	

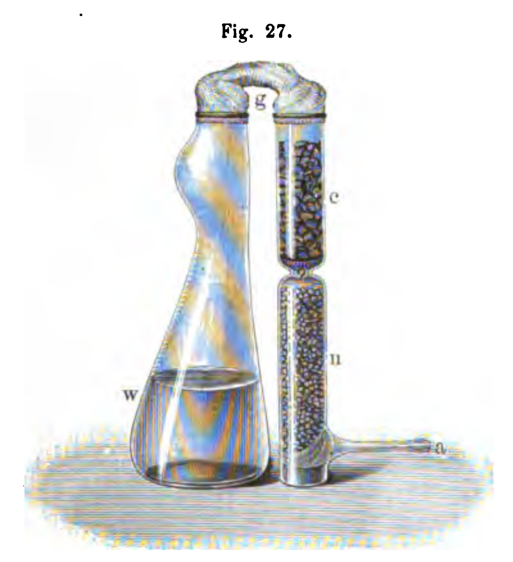
Diese Methode giebt keine genauen Resultate. Schon die durch unerläfslichen Gebrauch einer Schalenwage gegebenen Gewichtsfehler

üben, bei der geringen zur Zersetzung verwendeten Menge, einen nachteiligen Einfluſs auf die Resultate aus. Ferner kommt hinzu, daſs das entweichende Acetylen niemals genügend im Chlorcalciumrohr getrocknet wird, und daſs man nur dann annähernd gute Resultate erhält, wenn man das Zuströmen des Wassers so reguliert, daſs keine nennenswerte Erwärmung eintritt. Erfolgt eine solche, so ist sie stets mit der Bildung von Kondensationsprodukten (Teer) verbunden und diese Erscheinung, sowie das Entweichen des Wasserdampfes, beeinflussen stark die erhaltenen Resultate.

Leitet man dagegen die Zersetzung des Carbides derart, daſs man Carbid in Wasser nach und nach einträgt, so vermeidet man, daſs lokale Überhitzungen des Carbides eintreten und hierdurch auch eine schädigende Teerbildung. Man erhält deshalb bessere Resultate, wenn man mit kleineren Mengen arbeitet, so daſs man auf einer chemischen Wage wägen kann und nicht Wasser zum Carbid tröpfeln läſst, sondern im Gegenteil Carbid ins Wasser einträgt.

Für gewichtsanalytische Bestimmung des Acetylens eignet sich der Apparat von Erdmann und v. Unruh[1]) (Fig. 27). Derselbe besteht aus einem tubulierten Röhrchen, das in der Mitte eingeengt und durch ein kleines Sieb in zwei Teile getrennt ist. Der untere, mit Tubus versehene Teil des Röhrchens, *n*, wird mit Natronkalk gefüllt. Der obere Teil, *c*, dient zur Aufnahme einer abgewogenen Menge Carbid. Das Röhrchen wird vermittelst einer ganz dünnen Gummihaut *g* verbunden mit dem mit Wasser zum Teil gefüllten Entwickelungsgefäſs *w*. Läſst man, nachdem der Apparat gewogen ist, durch Heben des Röhrchens *cn* Carbid zum Entwickelungswasser treten, so wird Acetylen entwickelt; dasselbe strömt durch die Carbidschicht *c* und den Natronkalk und entweicht, vollkommen getrocknet, aus dem Tubus *a*. Aus der Gewichtsabnahme wird dann der Acetylengehalt berechnet.

Fig. 27.



Apparat von Erdmann und v. Unruh.

[1]) Journ. f. prakt. Chem. [2], 1901, 233.

Diese Bestimmungsart kann jedoch, wie oben bereits gesagt wurde, nur zur Zersetzung sehr kleiner Mengen Carbid gebraucht werden. Wendet man gröfsere Mengen, z. B. 50 g, an, oder, wie jetzt üblich, 250 g, so eignet sich zur Bestimmung der Menge des entweichenden Gases lediglich das Verfahren der direkten Ablesung, bei dem das entweichende Gas in passender Weise aufgefangen und gemessen wird.

Zur Messung des Acetylens hat Bamberger die Verwendung einer tubulierten graduierten Flasche *A* vorgeschlagen. Dieselbe steht in Verbindung mit dem Füllgefäfs *B* und durch ein Hahnrohr mit dem Entwickelungsgefäfs (Fig. 28). Man füllt bei geöffnetem Hahn durch

Fig. 28.



Apparat von Bamberger zur Messung des Acetylens.

Hochheben des Gefäfses *B* das Gefäfs *A* bis zur Marke, schliefst den Hahn, senkt Gefäfs *B* und fängt nun die Acetylenentwickelung an. Ist dieselbe beendet, so schliefst man den Hahn, läfst zwei Stunden stehen, bringt das Wasser in beiden Gefäfsen auf ein Niveau und liest das Volumen ab, indem man Thermometer- und Barometerstand notiert.

Steht kein graduiertes Gefäfs zur Verfügung, so kann man die Messung des Gases so vornehmen [1]), dafs man an Stelle desselben eine gewöhnliche etwa 20 Liter fassende tubulierte Flasche verwendet (Fig. 29), indem man durch Hochheben der Flasche *B* die Flasche *A* füllt, den Quetschhahn *D* schliefst und den Rest des Wassers aus *B* ausgiefst. Nunmehr senkt man das Gefäfs *B*, öffnet Hahn *C* und *D* und zersetzt das Carbid. Ist die Zersetzung beendet, so schliefst man Hahn *C*, bringt *A* und *B* in gleiches Niveau, schliefst Hahn *D* und mifst die nach *B* übergegangene Flüssigkeitsmenge mittels entsprechend graduierter Gefäfse genau ab. Dieselbe entspricht der erhaltenen Gasmenge.

An Stelle der festen Mefsgefäfse kann man auch graduierte beweg-

---

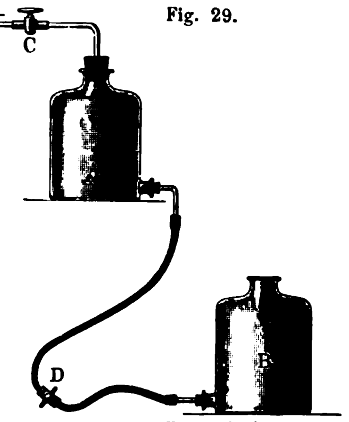
[1]) Fraenkel, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 188.

liche Gasbehälter zum Messen des aus kleineren Mengen erhaltenen Gases benutzen.

Eine Kombination von Zersetzungsgefäfs und Gasmefsbehälter ist von Lunge und v. Cedercreutz[1]) angegeben worden.

Das Zersetzungsgefäfs (Fig. 30) besteht aus einem tubulierten Kolben *a*, dessen Hals mittels eines breiten Kautschukschlauches *c* mit dem Rohre *b* verbunden ist. Dieses letztere dient zur Aufnahme des Carbides.

Fig. 29.



Apparat von Fraenkel.

Der Tubus des Zersetzungsgefäfses ist vermittelst eines langen Schlauches *a* (Fig. 31 a. f. S.) mit einem Ansatz der beweglichen Gasbehälterglocke verbunden. Dieselbe besitzt einen Zeiger *d* und ein zum Hinauslassen des Acetylens dienendes Rohr *b*. Die Führung besitzt eine Literteilung. Die Glocke wird durch ein Gegengewicht in der Schwebe gehalten.

Ist das Aufnahmerohr des Carbidzersetzungsgefäfses mit Carbid gefüllt, so verbindet man das Gefäfs mit dem Schlauch *a* und bringt durch geringes Heben des Carbidrohres das Carbid in das Zersetzungsgefäfs; das entwickelte Acetylen hebt die Glocke (wie durch punktierte Linien angezeigt ist) und die Steigung der Glocke (Literinhalt) kann vermittelst Zeiger *d* und Skala *c* abgelesen werden.

Fig. 30.



Zersetzungsgefäfs für den Apparat von Lunge und v. Cedercreutz.

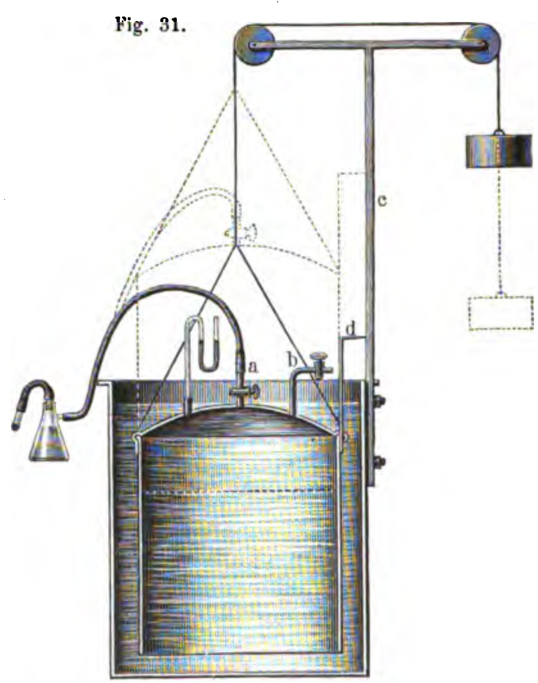
Die Benutzung dieses Apparates gestaltet die Arbeit etwas langwierig, weil man vor der Ablesung warten mufs, bis das Gas in der Glocke die Aufsentemperatur angenommen hat; an dem Apparate fehlt auch ein Manometer, das eine Messung des im Gasbehälter herrschenden Druckes ge-

---

[1]) Ztsch. f. ang. Chemie 1897, 651.

stattet. Diese Übelstände sind behoben in dem modifizierten Apparate von v. Cedercreutz[1]) (Fig. 32). Derselbe besteht aus dem Carbidgefäfse *A*, welches durch Schlauch *B* mit dem Entwickelungsgefäfse *C* in Verbindung steht. Der Schlauch *B* besitzt eine Ableitung *D*, welche durch Schlauch *E* mit dem Zuleitungshahn *J* des Gasbehälters in Verbindung steht. An der Einmündungsstelle des Hahnes *J* ist das Thermometer *M* eingesetzt. Die Gasbehälterglocke *G* ist versehen mit Manometer *N* und einem Gegengewicht *L*. *K* ist das Ausströmrohr. Die Führung *F* ist graduiert.

Fig. 31.



Apparat von Lunge und v. Cedercreutz.

Die in dem Apparate Fig. 25 angewendete Zuführungsvorrichtung für Carbid ist auch bei Apparaten zur Bestimmung des Gasgehaltes von Carbid bei Verwendung kleinerer Mengen benutzt worden.

Im Apparate von Rossel[2]) erfolgt die Carbidzuführung derart, dafs das Carbid in einen kleinen Korb *a* (Fig. 33) gebracht wird, der am luftdicht eingesetzten Glasstabe *b* angehängt ist. Die Messung des Gases erfolgt in der beweglichen graduierten Gasbehälterglocke *c*, wobei die Messung noch durch die geaichte Experimentiergasuhr *d* kontrolliert wird. Die Temperatur des Gases wird angezeigt durch Thermometer *e*.

In ähnlicher Weise erfolgt die Zuführung des Carbides im Apparate von Magnannini und Vannini[3]).

Dieser Apparat, der zur Zersetzung sehr kleiner Carbidmengen (5 bis 7 g) dient (Fig. 34, s. S. 116), besteht aus einem graduierten Gefäfs *a*, das mit dem Behälter *b* kommuniziert. Das Rohr *a* ist mit einem Korken verschlossen, durch den gasdicht der Stab *c* mit dem Carbidkörbchen *d*

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 54. — [2]) Veröffentl. d. schweizerischen Carbid- u. Acetylenvereins, 1901; Sonderabdruck aus dem „Schweizer Baublatt". — [3]) Gazz. chim. ital. **30**, 421.

geht. Rohr *a* wird bis zum Nullpunkt mit Wasser gefüllt und auf ein Niveau mit Behälter *b* gestellt. Nun schiebt man den Glasstab *c* mit dem angehängten Carbidkörbchen unter Wasser. Das entwickelte Gas drängt das Wasser in den Behälter *b* zurück. Ist die Entwickelung zu Ende, so läfst man den Apparat stehen, bis er die Temperatur der Aufsenluft angenommen hat, bringt Rohr *a* und Gefäfs *b* auf ein Niveau und liest Volumen, Thermometer- und Barometerstand ab.

Fig. 32.



Apparat von v. Cedercreutz.

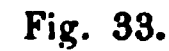


Fig. 33.



Apparat von Rossel.

Die bei der Bestimmung der Gasausbeute aus gröfseren Mengen Carbid zu beobachtenden Regeln sind auch bei der Zersetzung von kleineren Mengen Carbid zwecks Feststellung der Gasausbeute strikte zu beachten. Das Zersetzungswasser, die Absperrwasser u. s. w. müssen stets vor dem Gebrauche mit Acetylen gesättigt werden, die Ablesung darf nicht eher erfolgen, als bis das Gas Aufsentemperatur angenommen resp. bis ein Ausgleich stattgefunden hat. Bei Anwendung beweglicher Glocken zum Messen des Gases müssen dieselben vor der Ablesung so ausbalanciert werden, dafs ein mit der Glocke verbundenes Manometer Null anzeigt resp. mufs der Eigendruck der Glocke berücksichtigt und dem atmosphärischen Druck zuaddiert werden.

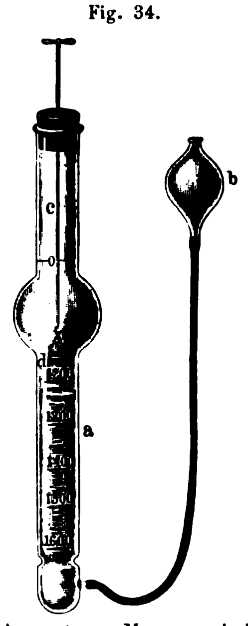
Die Zerkleinerung des zu untersuchenden Carbides erfolgt am zweckmäfsigsten in grofsen Kaffeemühlen ähnlichen Brechern.

Recht gute Resultate und relativ wenig Staub erhält man, wenn man die Carbidstücke zwischen den Platten einer Presse (Kopierpresse) zusammendrückt.

Für weitgehende Zerkleinerung können schwerere Mörser angewendet werden, die mit einer die Mörseröffnung umspannenden Gummiplatte versehen sind (Fig. 35).

In den Handelsnormen des Deutschen Acetylenvereins wird das Carbid bewertet nach der Gasausbeute, die es ergiebt, bezogen auf eine Temperatur von 15° C. und einen Druck von 760 mm.

Fig. 34.



Apparat von Magnannini und Vannini.

Fig. 35.



Mörser mit Gummiplatte zum Zerkleinern von Carbid.

Die bei der Bestimmung durch Vergasung von Carbid gefundenen Volumina müssen demnach eine Umrechnung in dem Sinne erfahren, dass sie auf den normalen Druck und die als normal angenommene Temperatur bezogen werden. Bei dieser Umrechnung mufs man ferner in Betracht ziehen, dafs das Volumen des erhaltenen Gases über Wasser gemessen wird, demnach unter einem Drucke, der um so viel kleiner ist, als der am Barometer abgelesene Aufsendruck, als die Spannung des Wasserdampfes bei der betreffenden Temperatur beträgt.

Ferner mufs in Betracht gezogen werden, dafs die Ablesung des Druckes bei einer Temperatur erfolgt, die nicht immer die als normal angenommene von 15° C. ist, so dafs die Angaben des Barometers erst ebenfalls auf diese Temperatur bezogen werden müssen.

Nach dem Gay-Lussac-Mariotteschen Gesetz ist, wenn V_0 das Volumen eines Gases bei 0°, V das abgelesene Volumen bei t^0, B_0 der Barometerstand, bezogen auf 0°, und f Tension des Wasserdampfes ist,

$$v_0 = v \cdot \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{B_0 - f}{760}.$$

100 Volumen eines trockenen Gases, gemessen bei 15° und 760 mm, sind gemessen im feuchten Zustande 107,29 Volumen; ist der Aufsendruck bei 15° 760 mm, so ist der Druck, unter dem das feuchte Gas sich befindet, um die Gröfse der Tension des Wasserdampfes, die für diese Temperatur 12,7 mm beträgt, geringer.

Die Gay-Lussac-Mariottesche Formel, bezogen auf ein Gas bei 15°, lautet deshalb

$$v_{15} = v \,.\, 1{,}0279 \, \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{B_{15} - f}{760 - 12{,}7}.$$

Der Faktor $1{,}0279 \, \frac{273}{273 + t} \cdot \frac{B_{15} - f}{760 - 12{,}7}$ ist für die Temperatur von 0 bis 30° und Drucke von 660 bis 780 mm von Hammerschmidt[1]) ausgerechnet und in einer Tabelle vereinigt worden. Der Gebrauch der Tabelle ergiebt sich aus dem unten ebenfalls von Hammerschmidt angegebenen Beispiele (s. Tabelle a. f. S.).

Wurde z. B. bei 13° C. 370,3 Liter Rohacetylen beobachtet bei einem Barometerstande von 733 mm, und will man den gefundenen Wert auf 15° C. und 760 mm äufseren Druck bei gleicher Temperatur reduzieren so suche man zunächst den Faktor für 13° und 730 mm. Dieser ist 96,9. Da der Faktor für den um 10 mm höheren Druck um 1,3 gröfser ist, so ist nach der Hülfstabelle I für 3 mm der Proportionalteil = 0,39 hinzuzufügen, und da der Faktor für die um 1° C. höhere Temperatur um 0,5 kleiner ist, so ist nach der Hülfstabelle II für 0,6 der Proportionalteil 0,30 abzuziehen. Mithin erhält man

Faktor für 13° und 730 mm		96,9
Proportionalteil für 3 mm . . .	+ 0,39	
„ „ 0,6° . . .	— 0,30	
	+ 0,09	0,09
		96,99

In dieser Tabelle ist die Änderung des Barometerstandes, wenn derselbe bei einer von 15° C. abweichenden Temperatur beobachtet worden ist, nicht berücksichtigt.

Diese Korrektion kann man bewerkstelligen, wenn man für je 10° Temperaturabweichung des Barometers von 15° C. die nach obiger Tabelle ermittelten Faktoren um ± 0,173 Proz. abändert. Daraus ergeben sich folgende (s. S. 119) zu addierende oder zu subtrahierende Korrektionsgröfsen.

Ist bei dem obigen Beispiele die Temperatur des Raumes, in welchem das Barometer hing, 19° C. und will man nun auch noch den Barometerstand auf 15° umrechnen, so hat man nach Tabelle III für den Faktor 100, welcher 96,99 am nächsten liegt, für 5° die Korrektion von 0,09 zu subtrahieren, für eine Abweichung von 4° also 0,07, mit-

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 69.

[illegible]tabelle von Hammerschmidt für Acetylenbestimmungen zur Umrechnung des über Wasser gemessenen Gasvolumens $v = 100$ auf 15° C. und 760 mm äußeren Druck.

Temperatur Grad	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780
0	92,5	93,9	95,4	96,8	98,2	99,6	101,0	102,4	103,8	105,2	106,7	108,1	109,5
1	92,1	93,5	95,0	96,4	97,8	99,2	100,6	102,0	103,4	104,8	106,2	107,6	109,0
2	91,8	93,2	94,6	96,0	97,4	98,8	100,2	101,6	103,0	104,4	105,8	107,2	108,6
3	91,4	92,8	94,2	95,6	97,0	98,3	99,7	101,1	102,5	103,9	105,3	106,7	108,1
4	91,0	92,4	93,7	95,1	96,5	97,9	99,3	100,7	102,1	103,5	104,9	106,3	107,7
5	90,6	92,0	93,4	94,7	96,1	97,5	98,9	100,3	101,6	103,0	104,4	105,8	107,2
6	90,2	91,6	92,9	94,3	95,7	97,1	98,5	99,8	101,2	102,6	104,0	105,4	106,8
7	89,8	91,2	92,6	93,9	95,3	96,7	98,1	99,5	100,8	102,2	103,6	105,0	106,3
8	89,4	90,8	92,2	93,5	94,9	96,3	97,7	99,0	100,4	101,8	103,1	104,5	105,9
9	89,0	90,4	91,8	93,1	94,5	95,9	97,2	98,6	100,0	101,3	102,7	104,1	105,4
10	88,6	90,0	91,4	92,7	94,1	95,4	96,8	98,2	99,5	100,9	102,3	103,6	105,0
11	88,3	89,6	91,0	92,3	93,7	95,0	96,4	97,7	99,1	100,5	101,8	103,2	104,5
12	87,8	89,2	90,5	91,9	93,3	94,6	96,0	97,3	98,7	100,0	101,4	102,7	104,1
13	87,4	88,8	90,1	91,5	92,8	94,2	95,5	96,9	98,2	99,6	100,9	102,3	103,6
14	87,0	88,4	89,7	91,0	92,4	93,7	95,1	96,4	97,8	99,1	100,5	101,8	103,1
15	86,6	88,0	89,3	90,6	92,0	93,3	94,6	96,0	97,3	98,7	100,0	101,3	102,7
16	86,2	87,5	88,9	90,2	91,5	92,9	94,2	95,5	96,9	98,2	99,5	100,9	102,2
17	85,8	87,1	88,4	89,8	91,1	92,4	93,8	95,1	96,4	97,7	99,1	100,4	101,7
18	85,4	86,7	88,0	89,3	90,7	92,0	93,3	94,6	96,0	97,3	98,6	100,0	101,3
19	84,9	86,3	87,6	88,9	90,2	91,6	92,9	94,2	95,5	96,8	98,2	99,5	100,8
20	84,5	85,8	87,2	88,5	89,7	91,1	92,4	93,7	95,0	96,4	97,7	99,0	100,3
21	84,1	85,4	86,7	88,0	89,3	90,6	92,0	93,3	94,6	95,9	97,2	98,5	99,8
22	83,7	85,0	86,3	87,6	88,9	90,2	91,5	92,8	94,1	95,4	96,7	98,0	99,3
23	83,2	84,5	85,8	87,1	88,4	89,7	91,0	92,3	93,6	94,9	96,2	97,5	98,8
24	82,8	84,0	85,4	86,7	88,0	89,2	90,5	91,8	93,1	94,4	95,7	97,0	98,3
25	82,3	83,6	84,9	86,2	87,5	88,8	90,1	91,4	92,7	94,0	95,3	96,5	97,8
26	81,8	83,1	84,4	85,7	87,0	88,3	89,6	90,9	92,2	93,4	94,7	96,0	97,3
27	81,4	82,7	83,9	85,2	86,5	87,8	89,1	90,4	91,7	92,9	94,2	95,5	96,8
28	80,9	82,2	83,5	84,7	86,0	87,3	88,6	89,9	91,2	92,4	93,7	95,0	96,3
29	80,4	81,7	83,0	84,2	85,5	86,8	88,1	89,4	90,6	91,9	93,2	94,5	95,7
30	79,9	81,2	82,5	83,7	85,0	86,3	87,6	88,8	90,1	91,4	92,6	93,9	95,2

Proportionalteile

I. Bei steigendem Druck für je 1 mm zu addierende Proportionalteile.

	1,4	1,3	1,2
1	0,14	0,13	0,12
2	0,28	0,26	0,24
3	0,42	0,39	0,36
4	0,56	0,52	0,48
5	0,70	0,65	0,60
6	0,84	0,78	0,72
7	0,98	0,91	0,84
8	1,12	1,04	0,96
9	1,26	1,17	1,08
10	1,40	1,30	1,20

II. Bei steigender Temperatur für je 0,1° C. zu subtrahierende Proportionalteile.

	0,5	0,4	0,3
0,1	0,05	0,04	0,03
0,2	0,10	0,08	0,06
0,3	0,15	0,12	0,09
0,4	0,20	0,16	0,12
0,5	0,25	0,20	0,15
0,6	0,30	0,24	0,18
0,7	0,35	0,28	0,21
0,8	0,40	0,32	0,24
0,9	0,45	0,36	0,27
1,0	0,50	0,40	0,30

Temperatur	Faktoren			
	110	100	90	80
0°	+ 0,29	+ 0,26	+ 0,23	+ 0,21
5°	+ 0,19	+ 0,17	+ 0,16	+ 0,14
10°	+ 0,10	+ 0,09	+ 0,08	+ 0,07
15°	—	—	—	—
20°	— 0,10	— 0,09	— 0,08	— 0,07
25°	— 0,19	— 0,17	— 0,16	— 0,14
30°	— 0,29	— 0,26	— 0,23	— 0,21 [1]

hin wird durch diese Barometerkorrektion der Faktor 96,99 — 0,7 = 96,02 erhalten. Das Gasvolumen ist also

$$\frac{320,3 \times 96,92}{100} = 310,4 \text{ Liter.}$$

Reduziert man die Angaben des bei einer beliebigen Versuchstemperatur abgelesenen Barometers auf 0°, so erhält man etwas abweichende Zahlen resp. Faktoren. Diese letzteren sind für Temperaturintervalle von je 1° C. und Luftdruckintervalle von je 2,5 mm in einer besonderen Tabelle von Frölich[2]) zusammengestellt worden. Diese Tabelle ist in Form einer Hand- resp. Wandtafel bei Marhold in Halle erschienen.

Für nicht absolut genaue, jedoch annähernd recht gut stimmende Umrechnungen hat Hammerschmidt[3]) die Formel

$$V_{15} = \frac{v}{100}\,(140,2 - 0,6\,t)\,\frac{B}{1000}$$

aufgestellt, in der V_{15} das gesuchte Volumen bei 15° C., v das abgelesene Volumen bei t° C. und B den Barometerdruck in mm bedeutet.

Die aus dieser Formel berechneten Faktoren zeigen eine ziemlich genaue Übereinstimmung mit den aus der genauen Gay-Lussac-Mariotteschen Formel berechneten, wie nachstehende Zusammenstellung (S. 120) zeigt[4]):

Die Bestimmung der Gasausbeute aus dem Handelscarbid ist, wie früher ausgeführt wurde, eine für die Zwecke des Handels wohl genügende Grundlage zur Feststellung des im Handelsprodukte enthaltenen Reincarbides. Analytisch genaue Zahlen ergiebt aber eine solche Bestimmung nicht, denn das aus dem technischen Carbide gewonnene Gas enthält noch außer Acetylen viele andere gasförmige Zersetzungsprodukte der durch Wasser zersetzbaren Verunreinigungen des Carbides. Die Menge dieser gasförmigen Produkte ist, namentlich wenn

[1]) Hammerschmidt, a. a. O. — [2]) Vergl. Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 381. — [3]) Ebenda 5, 59. — [4]) Hammerschmidt, a. a. O. Über annähernde Ausrechnung für Schweizer Carbidfabriken s. a. Rossel, Veröffentlichung des Schweizer Carbid- und Acetylenvereins, 1901; Sonderabdruck aus dem „Schweizer Baublatt“.

zur Bestimmung der Gasausbeute Methoden angewendet werden, bei denen Carbid ins Wasser gethan wird, nur eine minimale. Indes ist es für Zwecke der analytischen Feststellung angebracht, auch diese Mengen zu berücksichtigen.

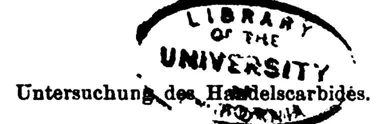
Dieses geschieht, indem man nach den im Abschnitte „Analyse des Acetylens" angegebenen Methoden bestimmt, welcher Art und wie viel Verunreinigungen das Rohacetylen enthält und das erhaltene Gasvolumen von dem gefundenen Acetylenvolumen abzieht.

Temperatur	Formel	Barometerdruck in Millimeter				
		660	700	730	760	780
— 10°	genau	96,2	102,3	106,9	111,5	114,6
	angenähert	96,6	102,3	106,6	111,1	114,1
— 5°	genau	94,4	100,2	104,6	109,1	112,1
	angenähert	94,5	100,2	104,4	108,8	111,7
0°	genau	92,5	98,2	102,4	106,7	109,5
	angenähert	92,5	98,1	102,4	106,6	109,4
5°	genau	90,6	96,1	100,3	104,4	107,2
	angenähert	90,6	96,0	100,2	104,3	107,0
10°	genau	88,6	94,1	98,2	102,3	105,0
	angenähert	88,6	93,9	98,0	102,0	104,7
15°	genau	86,6	92,0	96,0	100,0	102,7
	angenähert	86,6	91,8	95,8	99,7	102,3
20°	genau	84,5	89,7	93,7	97,7	100,3
	angenähert	84,6	89,7	93,6	97,4	100,0
25°	genau	82,3	87,5	91,4	95,3	97,8
	angenähert	82,6	87,6	91,4	95,2	97,7
30°	genau	79,9	85,0	88,8	92,6	95,2
	angenähert	80,6	85,5	89,2	92,9	95,3

Für diese Zwecke mufs aber das Volumen des erhaltenen Gases auf dessen absoluten Wert, d. h. auf trockenes Gas bei 0° und 760 mm, umgerechnet werden. Genügend annähernd kann man dies erreichen, wenn man von dem bei 15° C. gefundenen Volumen des feuchten Gases 7 Proz. in Abzug bringt. Bei genauen Berechnungen bediene man sich der Tabellen von Zabel[1]).

Eine vollständige chemische Analyse technischen Carbides ist eine äufserst komplizierte Arbeit. Im nachfolgenden sei der Gang derselben angedeutet.

[1]) Ludwig, Taschenbuch 1900, 61; daselbst nach Schaars Kalender für Gas- und Wasserfach-Techniker 1899.



Die Untersuchung besteht in solchen Fällen in der Feststellung des Gehaltes an: 1. Reincarbid, 2. zersetzbaren Schwefelverbindungen. 3. unzersetzbaren Schwefelverbindungen, 4. zersetzbaren Phosphorverbindungen, 5. unzersetzbaren Phosphorverbindungen, 6. zersetzbaren Siliciumverbindungen, 7. unzersetzbaren Siliciumverbindungen, 8. anderweitig gebundenem Kohlenstoff, 9. freiem Kohlenstoff, 10. kohlensaurem Kalk, 11. freiem Kalk, 12. Eisenoxyd resp. Eisen, 13. Magnesia, 14. Thonerde, 15. event. anderen Bestandteilen (Stickstoff u. s. w.).

Der Gehalt an Reincarbid wird, wie oben gezeigt wurde, bestimmt, indem man in genauester Weise die Gasausbeute und in dem erhaltenen Gase den Gehalt an Phosphor und Schwefel event. Kieselsäure feststellt[1]). Der bei der Bestimmung erhaltene Kalkrückstand wird mit Salzsäure bis zur schwach sauren Reaktion versetzt, und die erhaltene Lösung in einem Kolben bis zur Marke aufgefüllt. Einen aliquoten Teil der klaren Lösung versetzt man mit Salzsäure und Kupfersalzlösung, wobei der Schwefel als Kupfersulfid niedergeschlagen wird. Das Gewicht des Niederschlages wird in bekannter Weise im Roseschen Tiegel bestimmt. Der aus dem Gewichte des Niederschlages ermittelte Schwefelgehalt giebt zusammen mit dem im Gase enthaltenen Schwefel die Menge des im Carbide vorhandenen Sulfidschwefels der gesamten zersetzbaren Schwefelverbindungen. Einen anderen aliquoten Teil der erhaltenen Lösung benutzt man zur Bestimmung von Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde und Magnesia.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wird in zwei Teile geteilt: Der eine Teil wird im Finknerschen Apparate mit Chromsäure verbrannt und der Gehalt an anderweitigem (nicht Calciumcarbid-) Kohlenstoff ermittelt. Ein anderer Teil des Rückstandes wird mit Soda und Salpeter geschmolzen, die Schmelze mit Salzsäure wiederholt zur Trockne eingedampft, in Wasser, unter Zusatz von Salzsäure aufgelöst und filtriert. Der Rückstand, zu welchem die beim Behandeln mit Salzsäure in Lösung gegangene Kieselsäure zugegeben wird, entspricht dem Gesamtsilicium mit Ausnahme des Siliciums, welches in das Gas übergegangen und dort bestimmt wurde; im aliquoten Teile des Filtrates wird bestimmt: Schwefelsäure (entsprechend der Menge der unzersetzbaren Sulfide), Phosphorsäure, entsprechend der Menge der unzersetzbaren Phosphide, Kalk, Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia[2]).

Will man aufserdem noch bestimmen, in welchen Verbindungen sich das Silicium befindet und ferner die Menge des freien Kohlenstoffs feststellen, so verfährt man folgendermafsen:

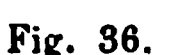
Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wird mechanisch von den Kügelchen des Ferrosiliciums getrennt, und in diesem durch Schmelzen

---

[1]) Vergl. weiter unten „Untersuchung des Acetylens". — [2]) Caro, Originalmitteilung.

mit Soda und Salpeter der Gehalt an Kieselsäure und Eisenoxyd (event. Kupfer) bestimmt. Der verbleibende Rückstand wird in 2 Teile geteilt; in dem einen wird, wie oben angegeben, der Gesamtkohlenstoff bestimmt; der andere Teil wird mit Sodalösung wiederholt ausgekocht, wobei freie Kieselsäure in Lösung geht, welche in bekannter Weise bestimmt wird. Der bei der Behandlung mit Soda verbleibende Rest wird im Silbertiegel mit Ätznatron geschmolzen. In der mit Wasser ausgelaugten und mit Salzsäure angesäuerten Schmelze wird dann die Kieselsäure in gewohnter Weise bestimmt und das Silicium derselben auf Siliciumcarbid umgerechnet [1]).

Die Bestimmung der Kohlensäure kann man derart ausführen, dafs man eine besondere Probe des Carbides in einem Erlenmeyerkölbchen zersetzt (Fig. 36), welches mit einem bis auf den Boden reichenden Gaszuleitungsrohr, einem Tropftrichter und einem Gasableitungsrohr versehen ist. Nach beendeter Zersetzung erhitzt man die Lösung zum Kochen und läfst durch den Apparat einen Strom Luft gehen. Sodann verbindet man das Gasableitungsrohr mit einer Vorlage mit Barytwasser, das Gaszuleitungsrohr mit einem Gasometer mit kohlensäurefreier Luft und füllt in den Tropftrichter eine konzentrierte Phosphorsäurelösung ein, die man zu dem kochenden Inhalte langsam zufliefsen läfst, während ein Luftstrom durch den Apparat streicht. Die in der Vorlage gebundene Kohlensäure kann gewichtsanalytisch, durch Wägung des abgeschiedenen kohlensauren Baryts, oder auch annähernd genau festgestellt werden, wenn man in die Vorlage eine abgemessene Menge titrierter Barytlösung giebt und diese nachher zurücktitriert [2]).


Fig. 36.



Die Bestimmung des Gesamtschwefels kann noch in der Weise vorgenommen werden, dafs man das Carbid durch Eintragen in Alkalilauge zersetzt, das Ganze zur Trockne eindampft und mit Soda und Salpeter schmilzt. Im Filtrat der aufgelösten und angesäuerten Schmelze wird, nach Ausfällung der Basen durch Ammoniak, der Schwefel bestimmt [3]).

Der Carbidhandel.

Der Handel mit Calciumcarbid hat sich von dem Augenblick, in welchem mit der Fabrikation im Grofsbetriebe begonnen wurde, bis auf

[1]) Fraenkel, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 195. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Moissan, Elektr. Ofen, Nachtrag, 15; vergl. auch Pope, Amer Chem. Journ. 28, 740.

den heutigen Tag in derartig unruhigen Bahnen bewegt, wie solche kaum jemals in irgend einem anderen Fabrikationszweige zu verzeichnen gewesen sind. Bis Ende Januar 1900 gab es nicht einmal eine feste Handels-Usance, auf Grund deren sich die Käufe vollziehen konnten. Dieser unhaltbare Zustand ist durch die in jenem Monat geschaffenen Handelsnormen des Deutschen Acetylenvereins, auf Grund deren sich heute nicht nur in Deutschland, sondern wohl in ganz Europa der Carbidhandel vollzieht, allerdings beseitigt. Nach diesen Normen gilt als Handelscarbid eine Ware, welche im Durchschnitt jeder Lieferung pro 1 kg mindestens 290 Liter Rohacetylen bei 15° C. und 760 mm Druck ergiebt [1]). Als Analysenlatitude gelten 2 Proz. Ein Carbid, welches pro Kilogramm weniger als 290 Liter ergiebt, bis zu 265 Liter Rohacetylen herunter (mit der oben festgestellten Analysenlatitude von 2 Proz.), mufs von dem Käufer abgenommen werden. Jedoch ist derselbe berechtigt, einen prozentualen Abzug vom Preise zu machen, sowie die bis zum Erfüllungsort erwachsenen Mehrkosten an Fracht in Abzug zu bringen. Carbid, welches unter 265 Liter Rohacetylen ergiebt, braucht nicht abgenommen zu werden. Das Carbid darf nicht in Stücken über Faustgröfse geliefert werden. Andererseits darf es nicht über 5 Proz. Staub enthalten. Unter Staub versteht man alles, was durch ein Sieb von 1 qmm lichter Maschenweite hindurchfällt.

Der Preis wird bestimmt per 100 kg Carbid und gilt, falls nichts weiteres angegeben ist, incl. Emballage in Gefäfsen von etwa 100 kg Inhalt. Die Verpackung [2]) hat in luft- und wasserdicht verschlossenen Gefäfsen aus Eisenblech zu geschehen, von solcher Stärke, wie es die Vorschriften der Transportgesellschaften bedingen.

Preise für andere Packungen müssen besonders angegeben werden.

Später hat sich herausgestellt, dafs Carbide im Handel vorgekommen sind, welche zwar den Vorschriften entsprachen, aber doch so viel Kleincarbid enthielten, dafs sie als minderwertig angesehen werden mufsten. Ferner sind zeitweise (1890/91) viele Carbide in den Handel gebracht, welche stundenlang im Wasser liegen konnten, ohne auszuentwickeln. Auch diese Carbide entsprechen an sich den Normen und doch sind sie, ebenso wie die vorerwähnten Sorten mit zu viel Kleincarbid, minderwertig. Man kann sich dagegen schützen, indem man beim Abschlufs des Kaufes die Gröfse nach unten hin vorschreibt und ferner eine normale Entwickelung des Carbides verlangt. Unter letzterer ist zu verstehen, dafs die Zersetzung des Carbides in der Hauptsache nach längstens 30 Minuten beendigt ist. Wenn somit seit einigen Jahren der Begriff des Handelscarbides festgelegt ist, so herrschen im Handel in Bezug auf die Preise des Carbides doch noch immer Verhältnisse, die der Ausdehnung des Acetylenlichtes in hohem Grade hinderlich gewesen sind und noch heute sind. Als in den Jahren 1898

---

[1]) Vergl. auch S. 25. — [2]) Vergl. den Abschnitt über Verpackung, S. 79.

und 1899 plötzlich die Acetylenindustrie sich in ganz unerwarteter Weise entwickelte, herrschte eine derartige Nachfrage nach Carbid, dafs die Preise bis auf 60 Mk. für 100 kg Carbid und höher stiegen. Gleichzeitig wurde indessen mit dem Bau so zahlreicher Carbidwerke begonnen, dafs sehr bald vom Jahre 1900 an eine Überproduktion eintrat, die den Bedarf um das drei- bis vierfache überstieg. Infolgedessen fielen die Preise bis auf 19 Mk. im Sommer 1901; vereinzelt wurden sogar Abschlüsse für 15 bis 16 Mk. gemacht, bis dann, beeinflufst durch Syndikatsbildungen, die Preise nicht unerheblich wieder stiegen.

Die billigen Carbidpreise vom Jahre 1900 und 1901 mufsten naturgemäfs zu einer schweren Schädigung der Carbidwerke führen, die das Carbid nicht annähernd zu dem Preise erzeugen konnten [1]), zu dem sie es angesichts der Marktlage verkaufen mufsten. Die Folge war, dafs sich die gröfseren Carbidwerke in Deutschland, Norwegen, Schweden und in der Schweiz im Herbst 1900 zu einem Syndikat vereinigten, einen einheitlichen Handel organisierten und die Preise erhöhten. Da aber einige Carbidwerke diesem Syndikat nicht beigetreten waren, so gelang es nicht, die Preise dauernd hoch zu halten. Es trat vielmehr im Sommer 1901 der vorerwähnte Preissturz ein, der im September 1901 die Auflösung des Syndikats zur Folge hatte. Die aber dann sofort von einigen gröfseren Werken wieder angeregten Verhandlungen führten Ende des Jahres 1901 zu einer Einigung aller europäischen Werke. Am 1. Dezember 1901 wurde die „Geschäftsstelle vereinigter Carbidfabriken“ mit dem Sitz in Nürnberg gebildet, eine Vereinigung, der alle Carbidwerke in Deutschland, Norwegen, Schweden und der Schweiz angehören. Ein Teil dieser Werke stellte infolgedessen den Betrieb ganz ein, während die anderen nur soweit arbeiten, um den Bedarf zu decken. Daneben wurden ein französisches und ein österreichisches Syndikat gebildet, die Hand in Hand mit der vorerwähnten Nürnberger Geschäftsstelle arbeiten. Auch mit dem gröfsten Carbidwerke der Welt, der Union Carbide Co. in Chicago, wurden im Frühjahr 1902 Verhandlungen über einen Anschlufs an die europäischen Syndikate gepflogen, die indessen durch die Bemühungen der gröfseren deutschen Carbidhändler zum Scheitern gebracht wurden, so dafs die europäischen Syndikate seitdem im Konkurrenzkampf mit den amerikanischen Werken liegen, als dessen Folge die geringen Ermäfsigungen der Carbidpreise im Frühjahr 1902 anzusehen sein dürften.

Im Jahre 1897 schwankten die Preise ab Fabrik bezw. Hamburg für 100 kg Carbid zwischen 40 und 60 Mk. Anfang des Jahres 1898 wurden wiederum 60 Mk. gezahlt, bis dann die Preise im Sommer desselben Jahres bis auf 40 Mk., ja bei gröfseren Bezügen bis auf 36 Mk. fielen, um im Dezember, zur Zeit des gröfseren Bedarfs, wieder auf 55 bis 60 Mk. zu steigen.

---

[1]) Vergl. S. 42.

Die Preise für 100 kg Carbid Netto-Gewicht incl. Emballage vom Jahre 1899 an sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich, wobei nochmals bemerkt sei, dafs für dieselben erst vom Februar 1900 an die Normen des Deutschen Acetylenvereins gelten. Bis dahin wurde bei gröfseren Abschlüssen in der Regel auf der Basis einer Gasausbeute von 300 Liter pro Kilogramm Carbid gehandelt, jedoch ohne dabei vorzuschreiben, bei welchem Druck und bei welcher Temperatur das Gas zu messen war.

Preise für 100 kg Carbid Netto-Gewicht incl. Emballage franko Hamburg bezw. Berlin.

	1899 Mk.	1900 Mk.	1901 Mk.	1902 Mk.
Januar	50—60	33—37	28—29	31—34
Februar	55—60	32—35	23—25	28—30
März	53—55	29—34	23—25	28—30
April	47—52	30—35	23—25	27—29
Mai	43—47	28—32	20—23	27—28
Juni	40—45	24—29	19—24	27—28
Juli	38—42	26—29	19—23	26—28
August	38—40	22—27	20—24	
September	38—42	20—27	24—25	
Oktober	38—42	20—25	28—30	
November	38—40	20—24	28—31	
Dezember	33—38	24—28	33—34	

In Deutschland ist die Einfuhr von Calciumcarbid nicht mit einem Zoll belegt wie in manchen anderen Ländern, so z. B. in Österreich, auch ist das Verfahren zur Herstellung des Calciumcarbides nicht durch Patent geschützt[1]), wie z. B. in Frankreich und in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Infolgedessen ist das Carbid bislang in Deutschland nicht durch besondere Abgaben künstlich verteuert worden. Hierin wird vom 1. Januar 1904 an aller Wahrscheinlickeit nach eine Änderung herbeigeführt werden. Nach den Vorschlägen der Regierung sollen zur Stärkung der einheimischen Carbidindustrie Calciumcarbid und andere Metallcarbide mit einem Einfuhrzoll von 4 Mk. für je 100 kg belegt werden. Die Zolltarifkommission des Reichstages hat sich am 4. Juni 1902 für diesen Vorschlag ausgesprochen. Danach ist die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs der Zoll wirklich eingeführt werden wird. Wenn derselbe auf die Dauer auch nicht gerade eine Verteuerung von 4 Mk. für den Doppelzentner zur Folge haben wird, so wird er doch jedenfalls nicht ohne dauernden Einflufs auf den Carbidpreis bleiben.

[1]) Vergl. S. 13, Fufsnote 1.

Während bis zum Jahre 1899 der deutsche Bedarf an Carbid zum Teil von Amerika her gedeckt wurde, hörten nach jener Zeit die Zufuhren von dort ganz auf. Erst als im Winter 1901/2 die Carbidpreise mehr und mehr durch die vorerwähnten Syndikatsbildungen in die Höhe getrieben wurden, begann wieder die Einfuhr amerikanischen Carbides, von dem die ersten Sendungen im Januar bezw. Februar 1902 in Deutschland eintrafen. Was die deutschen Carbidwerke in den Jahren 1899 bis 1901 für den deutschen Bedarf nicht liefern konnten, wurde teils aus der Schweiz, teils aus Norwegen und Schweden, zu einem kleinen Teile auch wohl aus Österreich bezogen.

Über die in Deutschland hergestellten Carbidmengen ist Zuverlässiges nicht zu ermitteln. Sie dürften in den Jahren 1899 und 1900 etwa je 5000 bis 6000 Tonnen betragen haben. Im Jahre 1901 werden sie um etwa 1000 Tonnen geringer gewesen sein, da die Produktion teils eingeschränkt, teils von einigen kleineren Werken ganz aufgegeben wurde. Seit dem Frühjahr 1902 haben die deutschen Carbidwerke ihre Produktion teils ganz eingestellt, teils auf ein äufserst geringes Mafs eingeschränkt.

Die Einfuhr und Ausfuhr von Carbid in das deutsche Zollgebiet betrug nach den amtlichen Mitteilungen:

	Einfuhr	Ausfuhr
1899	6374 Tonnen	636 Tonnen
1900	7703 „	224 „
1901	9526 „	274 „

Nach diesen Zahlen könnte es den Anschein erwecken, als habe in den letzten Jahren eine Abnahme des deutschen Carbidexports stattgefunden. Dies entspricht indessen nicht den Thatsachen, da der gröfste Teil des von Hamburg exportierten Carbides, das zumeist nordischen Ursprungs ist, seit Ende des Jahres 1899 vom Hamburger Freihafen oder auch direkt vom ankommenden Schiffe aus verfrachtet wird. Bis zum Herbst 1899 gab es nämlich in Hamburg noch kein Freihafenlager für Carbid. Seitdem geht aber alles für den Export bestimmte Carbid, soweit es in Hamburg lagern mufs, über Freihafenlager. Wo es im übrigen irgendwie angeht, wird natürlich, um die Lagerspesen zu sparen, von den aus den nordischen Häfen ankommenden Schiffen direkt an Bord des Exportschiffes geliefert [1]).

Von sachkundiger und zuverlässiger Seite wurde uns gegenüber die im Jahre 1900 insgesamt exportierte Carbidmenge auf 1000 Tonnen geschätzt, diejenige des Jahres 1901 auf 1200 Tonnen.

---

[1]) Vergl. auch den Abschnitt „Transport des Carbides“ (Seetransport) S. 95. Dort finden sich auch nähere Angaben über die Preise der Ende 1901 gezahlten Seefrachten.

III. Acetylen für Licht-, Kraft- und Heizzwecke.

Geschichte des Acetylens.

In der Geschichte des Acetylens sind bis zum Jahre 1895, als man mit der technischen Gewinnung dieses Gases aus Calciumcarbid für Beleuchtungszwecke begann, zwei Perioden zu unterscheiden. Die erste umfafst den Zeitraum von 1836 bis 1859. In dieser Zeit haben verschiedene Forscher das Acetylen studiert und es in eine Reihe wohl charakterisierter, mehr oder weniger genau erforschter Verbindungen übergeführt, ohne dafs es ihnen gelang, seine genaue Zusammensetzung zu erkennen und es als chemische Verbindung zu kennzeichnen. Die zweite Periode beginnt mit dem Tage, als Berthelot im Jahre 1860 seine grundlegenden Untersuchungen über Zusammensetzung und Eigenschaften des Acetylens veröffentlichte und dieses Gas als den Typus einer neuen, bis dahin nicht bekannten Klasse von Verbindungen kennzeichnete.

Periode I. 1836 bis 1859.

1836. Wie Davy der erste war, welcher Carbid, und zwar dasjenige des Kaliums [1]), so herstellte, dafs er eine Reihe charakteristischer Eigenschaften desselben ermitteln konnte, so war er auch der erste, welcher Acetylen gewann und dieses soweit untersuchte, dafs er seine Elementarbestandteile, Wasserstoff und Kohlenstoff, ermittelte und seine Eigenschaft, an der Luft zu verbrennen, studierte. Er gab ihm den Namen „Doppeltkohlenwasserstoff“ und sagt darüber folgendes [2]):

„Man erhält dieses Gas bei Einwirkung des Kohlenstoffkaliums auf Wasser. Es ist sehr entzündlich; an der Luft entzündet, verbrennt es mit hellerer und dichterer Flamme als das ölbildende Gas. Bei nicht hinlänglichem Luftzutritt ist die Verbrennung von beträchtlichem Absatz von Kohle begleitet. Mit Chlor in Berührung gebracht, entsteht augenblickliche Explosion mit grofser roter Flamme; es setzt sich dabei viel Kohle ab. Dies geht auch im Dunkeln vor sich und ist folglich nicht von der Wirkung der Sonnen- oder anderer Lichtstrahlen abhängig.

---

[1]) Vergl. oben S. 6. — [2]) Records of gener. science, Nov. 1836; Journal de Pharm., März 1837, 143; Liebigs Ann. 23, 144.

Über Quecksilber kann das neue Gas eine unbestimmte Zeit aufbewahrt werden, ohne sichtbare Veränderung zu erleiden; vom Wasser wird es allmählich absorbiert. Frisch destilliertes Wasser absorbiert, mit diesem Gase geschüttelt, beinahe sein Volumen. Wärme entbindet es wieder daraus ohne Veränderung. Von Schwefelsäure wird es unter Schwärzung leicht absorbiert. Mit Sauerstoff verpufft es heftig, vorzüglich, wenn dieses wenigstens $^3/_4$ des Gemenges ausmacht; es erzeugt sich dabei nur Wasser und Kohlensäure.

Zur vollkommenen Verbrennung erfordert es sein zweiundeinhalbfaches Volumen Sauerstoff, wovon zwei Volumen zu Kohlensäure und das übrige halbe Volumen zu Wasser verbraucht werden. Nach der Analyse des Verfassers scheint es zusammengesetzt zu sein aus einem Volumen Sauerstoff und zwei Volumen Kohlenstoffdampf, zu einem einzigen verdichtet. Seine Dichtigkeit ist also um das Gewicht eines gleichen Volumens Sauerstoff geringer, als die des ölbildenden Gases. Es ist ein Doppeltkohlenwasserstoff, zusammengesetzt aus zwei Verhältnissen Kohle und einem Verhältnis Wasserstoff, und wird durch die Formel $2\,C + H$ ausgedrückt, eine Zusammensetzung, die von der jedes anderen bekannten Gases verschieden ist."

1840. Hare[1]) beobachtete, dafs eine von ihm beim Zusammenschmelzen von Kalk und Quecksilbercyanid erhaltene Masse, die nach der ganzen Art ihrer Herstellung zum Teil aus Calciumcarbid bestanden haben muss, in Wasser ein „riechendes Gas" (Acetylen) entwickelte.

1858. Durch Einwirkung des Induktionsfunkens auf alkoholische Kalilauge und beim Durchleiten von Alkoholdämpfen durch ein glühendes Porzellanrohr gewann Quet[2]) ein Gas, welches in ammoniakalischer Kupferchlorürlösung einen roten Niederschlag erzeugte, der sich beim Trocknen braun färbte und beim Erhitzen über 120° C. oder beim Schlagen mit dem Hammer unter Lichterscheinung explodierte. Beim gelinden Erwärmen mit Salzsäure entwickelte diese Substanz ein Gas, welches mit hellleuchtender Flamme unter Bildung von Kohlensäure verbrannte.

Einen ganz ähnlichen, weifsen Niederschlag erhielt Quet, wenn er sein Gas durch ammoniakalische Silberlösung leitete. Jener färbte sich an der Luft gelb und wurde beim Trocknen grau. Die Explosion erfolgte hier schon beim Erhitzen auf 100° C.

Vogel und Reischauer[3]) beobachteten ebenfalls im Jahre 1858, dafs das Steinkohlengas in einer neutralen Lösung von Silbernitrat einen Niederschlag erzeugt, der beim Erhitzen oder Schlagen explodierte. Mit Salzsäure entwickelte derselbe ein Gas, welches mit stark

---

[1]) Vergl. oben S. 7. — [2]) Compt. rend. **46**, 903; Liebigs Ann. **108**, 116; Lewes, Handbuch **1900**, 4. — [3]) Bayer. Kunst- und Gewerbeblatt **1858**, 26; Kopp und Will, Jahresber. über die Fortschritte der Chemie u. s. w. **11**, 208.

leuchtender Flamme brannte. Sie fanden, daſs das so erhaltene Gas im Steinkohlengase in wechselnden Mengen vorkommt.

In demselben Jahre gewann Rud. Böttger[1]) aus dem Leuchtgase, als er dieses durch ammoniakalische Kupferchlorürlösung leitete, groſse Mengen eines flockigen, zinnoberroten Niederschlages. Er versuchte vergeblich, festzustellen, welcher Bestandteil des Leuchtgases diesen Körper ausfällte. Über seine Eigenschaften giebt er folgendes an:

„Im feuchten Zustande erscheint der Körper flockig, nicht krystallinisch, fast zinnoberrot; im trockenen Zustande sieht er braun aus, mit einem Stich ins Violette. Staubtrocken zwischen Flieſspapier gelegt, und auf einem eisernen Amboſs mit einem eisernen Hammer mäſsig stark geschlagen, zersetzt er sich unter Funkensprühen und zischendem Geräusch mit Hinterlassung einer groſsen Menge eines sammetschwarzen, ungemein voluminösen Pulvers (bestehend aus fein zerteilter Kohle und metallischem Kupfer). In einem dünnwandigen Reagensglase erhitzt, zersetzt er sich, je nachdem er plötzlich oder langsam ansteigend erhitzt wird, zwischen 95 und 120° R., unter ziemlich starker Verpuffung mit gleichzeitiger Hinterlassung eines wenigstens das Dreifache seines ursprünglichen Volumens betragenden, sammetschwarzen Pulvers (eines Gemisches von Kohle und Kupfer). Im feuchten Zustande wird er bei mittlerer Temperatur von sehr verdünnter Salzsäure, beim Schütteln ohne Zersetzung, d. h. ohne Gasentwickelung, zu einer grünlichgelb gefärbten Flüssigkeit gelöst, die, ohne sich zu verändern, mit einer willkürlich groſsen Menge Wassers versetzt werden kann, und aus welcher, bei unvollständiger Neutralisation mittels kaustischem Kali, der Körper mit seiner ursprünglichen roten Farbe und mit allen seinen ursprünglichen Eigenschaften gefällt wird. Behandelt man ihn dagegen im feuchten Zustande bei mittlerer Temperatur mit Salzsäure von 1,1 spec. Gew., so löst er sich unter kaum merklicher und sehr bald nachlassender Gasentwickelung teilweise darin auf; aber bei Anwendung von Hitze erfolgt eine vollständige Zersetzung desselben unter sehr tumultuarischer Gasentwickelung; das dabei auftretende Gas ist entzündlich und brennt bei Annäherung einer Kerze, unter gleichzeitiger Ruſsabsonderung, mit einer intensiv gelblichweiſs gefärbten Flamme. Wirft man etwas von dem staubtrockenen Körper in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche, so erfolgt augenblicklich, unter Lichtentwickelung, eine schwache Detonation, es bildet sich Chlorkupfer, Salzsäure, und fein zerteilte Kohle scheidet sich ab.“

Auf Grund dieser Beobachtungen bezeichnet Böttger den Körper als ein Kupferkohlenhydrür. Es gelang ihm ferner, die entsprechenden Verbindungen des Silbers und des Goldes herzustellen. Mit Kupferoxydulammoniaklösung erhielt er einen dunkel violetroten Niederschlag,

---

[1]) Jahresber. d. physikal. Vereins in Frankfurt a. M. 1857/58; Liebigs Ann. 109, 351.

der noch explosivere Eigenschaften hatte als der vorstehend beschriebene.

Periode II. 1860 bis 1894.

1860. Das Jahr 1860 ist als das Geburtsjahr des Acetylens anzusehen. Der französische Chemiker M. Berthelot gewann dieses Gas im reinen Zustande, ermittelte seine Zusammensetzung, studierte seine Eigenschaften im Anschlufs an die vorerwähnten Untersuchungen von Quet und Böttger[1]) und gab dem Gase den Namen „Acetylen". Die Ergebnisse dieser Forschungen veröffentlichte er in einem Aufsatze: „Über eine neue Reihe organischer Verbindungen, das Acetylen und seine Abkömmlinge"[2]). In diesem Aufsatze weist Berthelot zunächst darauf hin, dafs es ihm gelungen sei, einen neuen Kohlenwasserstoff zu erhalten, der, wie das „Sumpfgas" und das „ölbildende Gas", der Typus einer ganzen Reihe von Verbindungen sei. Dieser Kohlenwasserstoff sei das „Acetylen, C_4H_2, das Prototyp der Kohlenwaserstoffe $C_{2n}H_{2n-2}$". Über Bildung und Eigenschaften desselben sagt Berthelot wörtlich:

„Das Acetylen bildet sich stets bei dem Durchleiten von ölbildendem Gas, Alkohol-, Äther-, Aldehyd- oder selbst Holzgeistdampf durch eine rotglühende Röhre. Es entsteht, wenn man bei derselben Temperatur Chloroformdampf auf metallisches Kupfer einwirken läfst; endlich ist es auch in dem Leuchtgase enthalten. Aus dem Äther erhält man es am reichlichsten.

Unter welchen Umständen man auch das Acetylen sich bilden läfst, so erhält man es gemischt mit einer grofsen Menge anderer Gase, und man mufs es zuerst in eine eigentümliche Verbindung überführen, deren nachherige Zersetzung es im reinen Zustande liefert.

Diese Verbindung ist identisch mit einer roten detonierenden Substanz, welche Quet entdeckte, indem er eine ammoniakalische Lösung von Kupferchlorür auf die bei der Zersetzung des Alkohols durch den elektrischen Funken oder durch Hitze erhaltenen Gase einwirken liefs. Dieselbe Verbindung ist auch von Böttger untersucht worden. Aber keiner dieser beiden Chemiker hat das Gas analysiert, welches sich bei dem Lösen dieser Verbindung in Salzsäure entwickelt. Dieses Gas ist das Acetylen.

Das Acetylen ist ein farbloses Gas, ziemlich löslich in Wasser, von unangenehmem und eigentümlichem Geruch; es brennt mit sehr heller und rufsiger Flamme. Bei dem Mischen mit Chlorgas detoniert es fast augenblicklich unter Ausscheidung von Kohle, selbst im zerstreuten

---

[1]) Es ist nicht zutreffend, wenn Lewes in seinem Handbuche (S. 6) meint, es sei zweifelhaft, ob Berthelot die Arbeiten seiner Vorgänger gekannt habe, da er sie nicht erwähnt. Berthelot bezieht sich im Gegenteil in seiner ersten Abhandlung ausdrücklich auf die Arbeiten von Quet und Böttger. — [2]) Compt. rend. 50, 805; Liebigs Ann. 116, 116.

Lichte. Es gelang mir nicht, es durch Kälte oder Druck in den flüssigen Zustand überzuführen. Sein specifisches Gewicht ist = 0,92.

1 Vol. Acetylengas giebt bei dem Verbrennen in dem Eudiometer, unter Verzehrung von $2^1/_2$ Vol. Sauerstoff, 2 Vol. Kohlensäure. Diese Resultate geben zusammen mit dem specifischen Gewicht des Acetylens für dasselbe die Formel C_4H_2 als 4 Vol. entsprechend.

Das Acetylen ist somit der wasserstoffärmste unter allen gasförmigen Kohlenwasserstoffen, welcher Umstand mit seiner grofsen Stabilität im Einklang steht. Seine prozentische Zusammensetzung ist dieselbe wie die des Benzols, $C_{12}H_6$, und des Styrols, $C_{16}H_8$, aber die beiden letzteren Kohlenwasserstoffe sind flüssig und ihr Dampf hat gröfsere Verdichtung. Endlich differiert das Acetylen, C_4H_2, von dem Aldehyd, $C_4H_4O_2$, und von dem Glycol, $C_4H_6O_4$, nur um die Elemente des Wassers. Doch gelang es mir nicht, es aus den beiden letzteren Substanzen durch Reaktionen bei niedrigen Temperaturen zu erlangen."

Berthelot berichtet weiter, dafs sich das Acetylen mit Brom, Schwefelsäure, mit den Elementen des Wassers und mit Wasserstoff vereinigt. Die betreffenden Verbindungen mit dem Brom[1]) und der Schwefelsäure werden eingehend geschildert, ebenso die Überführung des Acetylens in ölbildendes Gas, mit Wasserstoff in ammoniakalischer Lösung.

Noch in demselben Jahre (28. Dezember 1860) beschrieb Miasnikoff[2]) in Kasan eine neue Entstehungsweise des Acetylens, mit dem er sich auf Grund der Berthelotschen Untersuchungen beschäftigte. Er fand, dafs Bromvinyl oder Chlorvinyl sich in Acetylen und Brom- bezw. Chlorwasserstoffsäure spalten, wenn man sie in Dampfform durch heifse alkoholische Ätzkalilösung leitete. Durch weiteres Einleiten des so erhaltenen Gases in eine ammoniakalische Lösung von salpetersaurem Silber gewann er dann Acetylensilber, das er durch seine von Böttger, Berthelot u. a. studierten Eigenschaften kennzeichnete. Er machte ferner eine Reihe genauer Analysen des Acetylens und Acetylensilbers.

1861. Der russische Chemiker W. Sawitsch[3]) zeigt, wie aus dem Äthylen oder einem Bromsubstitutionsprodukte desselben Acetylen entstehen kann. Er liefs überschüssige alkoholische Kalilauge auf Bromäthylen einwirken. Dabei bildete sich neben Bromkali und Wasser das Acetylen.

1862. Berthelot[4]) zeigte, dafs Methan durch Hitze und besonders bei der Einwirkung des Funkens eines kräftigen Induktionsapparates in Acetylen und Wasserstoff zerlegt wird. Es gelang ihm leicht, auf diese Weise gröfsere Mengen Acetylen zu gewinnen. Wichtiger war der weitere Nachweis[5]), dafs das Acetylen direkt aus seinen Elementen,

---

[1]) Vergl. auch Liebigs Ann. **124**, 272. — [2]) Ebenda **118**, 330. — [3]) Compt. rend. **52**, 157; Liebigs Ann. **119**, 182. — [4]) Compt. rend. **54**, 515; Liebigs Ann. **123**, 207; vergl. auch weiter unten S. 156 den Abschnitt: „Chemie des Acetylens". [5]) Compt. rend. **54**, 640; Liebigs Ann. **123**, 212.

Wasserstoff und Kohlenstoff, gewonnen werden kann. Unter dem Einflufs des elektrischen Flammenbogens, welchen er zwischen Spitzen gereinigter Kohle und einem Strome von reinem Wasserstoffgas hervorbrachte, erfolgte Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff zu Acetylen.

Weitere Versuche[1]) zeigten Berthelot, dafs bei der vorerwähnten Herstellung des Acetylens aus seinen Elementen die besten Resultate erhalten werden, wenn man als Pole Retortenkohle oder Graphit anwendet. Holzkohle ergab eine nicht so gute Ausbeute, was er auf deren geringere Dichte zurückführt, die ein so starkes Erhitzen im Gasstrom nicht so leicht gestattet wie die kompakte Gaskohle. Ferner gelang ihm die Herstellung des Acetylens aus Chlormethyl, das er durch ein nicht bis zum Dunkelrotglühen erhitztes Rohr leitete, wie er überhaupt zu dem Ergebnis gelangte, dafs das Acetylen im allgemeinen immer aus organischen Substanzen entsteht beim Durchleiten derselben durch ein rotglühendes Rohr. Schliefslich teilte Berthelot noch in einer weiteren Abhandlung[2]) mit, dafs die Menge des Acetylens im Leuchtgase ein Zehntausendstel nicht überschreitet, dafs diese Menge aber genügt, dem Gase seinen charakteristischen Geruch zu verleihen und auch einen geringen Einflufs auf seine Lichtstärke auszuüben.

Wöhler erhielt das Acetylen bei seinen grundlegenden Arbeiten[3]) über die Herstellung des Kohlenstoffcalciums (Calciumcarbid) durch Zerlegung desselben mit Wasser. Er analysierte es zunächst allerdings nicht, charakterisierte es aber durch seine drei von Berthelot gefundenen unterscheidendsten Eigenschaften, mit hell leuchtender rufsender Flamme zu verbrennen, mit Chlorgas schon im zerstreuten Lichte mit Flammenbildung und unter Abscheidung von Kohle zu explodieren und aus einer ammoniakalischen Silberlösung die beim Erhitzen so gewaltsam explodierende Verbindung zu fällen.

1864. Unter dem Einflufs des galvanischen Stromes zerlegte Kekulé[4]) die wässerige Lösung von fumarsaurem Natron in Acetylen, kohlensaures Natron und Wasserstoff. Gleiche Resultate erhielt er mit der isomeren Maleinsäure, doch war er zweifelhaft, ob das aus letzterer erhaltene Acetylen mit demjenigen aus Fumarsäure identisch war.

1865. Durch Zersetzung von Ölen in rotglühenden Röhren und bei gleicher Zerlegung von Pentan aus amerikanischem Petroleum erhielt Vohl[5]) ein Gas, das zu 20 Proz. aus Acetylen bestand.

1866. Wie Berthelot im Jahre 1862 den Nachweis geliefert hatte, dafs das Acetylen aus den meisten organischen Verbindungen entsteht, wenn sie längere Zeit der Einwirkung einer die Rotglühhitze erreichenden Temperatur ausgesetzt werden, so zeigte er im Jahre 1866.

---

[1]) Compt. rend. 54, 1042; Liebigs Ann. 123, 214. — [2]) Compt. rend. 54, 1070; Lewes, Handbuch 1900, 9. — [3]) Vergl. oben S. 8. — [4]) Liebigs Ann. 131, 85. — [5]) Dingl. Pol. Journ. 177, 58; Lewes, Handbuch 1900, 10.

dafs dasselbe Gas sich auch bei der unvollständigen Verbrennung bildet. Seine diesbezüglichen Studien sind niedergelegt in der Abhandlung: „Über die Bildung des Acetylens bei unvollständigen Verbrennungen“ [1]). Er zeigte darin, wie das Acetylen entsteht einerseits bei der Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltenden Verbindungen in halbgeschlossenen Gefäfsen und andererseits, wenn eine organische Verbindung an der Luft unter Bildung von Rufs verbrennt. Diese letztere Entstehungsart giebt Anlafs zu einer weiten Verbreitung des Acetylens in der Luft. Über die Bildung des Acetylens aus dem gewöhnlichen Steinkohlengase heifst es in der Abhandlung wörtlich:

„Die sowohl von der Flamme eines sogenannten Schmetterlingsbrenners, als von der rufsenden Flamme eines Bunsenschen Brenners sich in die Luft verbreitenden Gase enthalten eine sehr merkliche Menge Acetylen. Es erklärt sich hieraus, weshalb die Räume, in welchen man Gas brennt, oft einen eigentümlichen Geruch wahrnehmen lassen. Doch übt das in der Luft sich verbreitende Acetylen an sich keinen dem Organismus besonders schädlichen Einflufs aus; ich habe festgestellt, dafs seine Wirkung im wesentlichen nicht von der der gewöhnlichen Kohlenwasserstoffe verschieden ist. Aber sein Auftreten zeigt unvollkommene Verbrennung an, und bei solcher Verbrennung mufs sich auch eine erhebliche Menge des so giftigen Kohlenoxydgases bilden.“

Interessant ist, dafs Berthelot hier schon darauf hinweist, dafs „Acetylen an sich“ auf den Organismus keinen besonders schädlichen Einflufs ausübt.

Mc. Leod [2]) konstruierte einen Vorlesungsapparat, in welchem er Acetylen dadurch herstellte, dafs er Sauerstoff in Grubengas oder Steinkohlengas oder Äthylen verbrannte.

Ketzinsky [3]) erhielt beim Erhitzen von Kaliumamalgam und Chloroform Acetylengas.

Fittig [3]) wies die Bildung von Acetylen aus Natrium und Chloroform nach.

1867. Rieth [4]) stellte fest, dafs aus Leuchtgas durch teilweise Verbrennung Acetylen gebildet wird. Er bediente sich eines Bunsenbrenners und liess die Flamme desselben zurückschlagen. Die dabei entstehenden acetylenhaltigen Verbrennungsprodukte liefs er in einem über der Flamme aufgehängten Trichter aufsteigen und saugte sie von da durch ammoniakalische Silberlösung, wobei er die charakteristische Silberverbindung des Acetylens erhielt.

1869. Birnbaum [5]) untersuchte das Verhalten der Silbersalze gegen Jod. Er fand, dafs in einem Gemisch von trockenem Silberacetat

---

[1]) Compt. rend. **62**, 94; Liebigs Ann. **138**, 241. — [2]) Journ. Chem. Soc. (2) **4**, 151; Lewes, Handbuch **1900**, 10. — [3]) Fittig, Ztsch. f. Chemie, **1866**, 127. — [4]) Ztsch. f. Chemie **1867**, 598. — [5]) Liebigs Ann. **152**, 111.

und Jod bei ganz schwachem Erwärmen eine heftige Reaktion eintritt, bei der Jodsilber, Methylacetat, Essigsäurehydrat und ein Gasgemenge gebildet wurde, das neben Wasserstoff und Kohlensäure reichlich 50 Proz. Acetylen enthielt.

Berthelot[1]) lehrte die Herstellung von Acetylen durch Einwirkung von Kalilauge auf das Kalisalz der Äthylenschwefelsäure. Das dabei erhaltene Gasgemenge enthielt Acetylen neben beträchtlichen Mengen Wasserstoff. Auch bildeten sich Spuren von Phenol.'

1872. Berthelot[2]) bereitete Acetylengas, indem er in dem Apparat von Houzeau zur Herstellung von Ozon eine dunkle elektrische Entladung auf mit Kohlenwasserstoffen beladenes Wasserstoffgas einwirken liefs. Er erhielt dabei allerdings nur verhältnismäfsig geringe Mengen Acetylen. Immerhin waren dieselben jedoch bedeutend gröfser als bei Benutzung des Baboschen Apparates zur Ozongewinnung, in welchem sich die Entladung ohne Funkenbildung vollzieht. Hierin war es Berthelot bei Versuchen[3]), die er bereits im Jahre 1870 angestellt hatte, nur gelungen, ganz minimale Mengen Acetylen zu erhalten, obgleich er darin mit wesentlich stärkerem Strom gearbeitet hatte.

Odling[4]) fand, dafs man geringe Mengen Acetylengas erhält, wenn Grubengas und Kohlenoxyd durch glühende Röhren geleitet werden.

1873. Sabanejeff[5]) gewann unter Leitung von Erlenmeyer in München gröfsere Mengen Acetylen nach dem Prinzip der von Miasnikoff und Sawitsch angegebenen Herstellungsmethoden, indem er Äthylenbromür langsam in einem auf dem Wasserbade stehenden, mit konzentrierter alkoholischer Kalilösung beschickten Kolben eintropfen liefs.

1874. De Wilde[6]) beobachtete, dafs Äthylenchlorid durch dunkel rotglühenden Kalk in Acetylen und Chlorcalcium zersetzt wird. Die erzielte Acetylenausbeute war eine gute. Die gleichen Ergebnisse in Bezug auf das Acetylen wurden erhalten, wenn statt des Kalkes Natronkalk genommen wurde. Ferner stellte de Wilde fest, dafs Wasserstoff und Acetylen sich in Gegenwart von Platinschwarz zu Äthan verbinden.

1877. Truchot[7]) zeigte, dafs beim Überspringen von Induktionsfunken in einer Atmosphäre verschiedener Kohlenwasserstoffe Acetylen gebildet wird.

Cailletet[8]) verflüssigte das Acetylen.

---

[1]) Compt. rend. **69**, 563; Liebigs Ann. **1870**, Suppl. **7**, 373. — [2]) Compt. rend. **74**, 1462. — [3]) Revue des Cours scientifiques, 4. Juni **1870**, 418. — [4]) Watts Dictionary **1**, 1111; Lewes, Handbuch **1900**, 12. — [5]) Im Jahre 1873 als Magisterdissertation in Moskau in russischer Sprache erschienen; Liebigs Ann. **178**, 109. — [6]) Bull. Acad. belge (2) **19**, 1; Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **7**, 352; Lewes, Handbuch **1900**, 12. — [7]) Compt. rend. **84**, 717. — [8]) Ebenda **85**, 851.

1878. Pizarello[1]) fand, daſs Ätherdampf vom Induktionsfunken in Kohlenoxyd, Acetylen und Wasserstoff zerlegt wird.

1879. Bei der Einwirkung von Natrium auf Kampfer, welcher in Chloroform und Toluol gelöst war, erhielt Haller[2]) eine gute Ausbeute an Acetylen.

Ansdell[3]) wiederholte die Versuche von Cailletet auf Verflüssigung von Acetylen.

1880. Dem nach dem Berthelotschen Verfahren bei der unvollständigen Verbrennung des Leuchtgases erhaltenen Acetylen ist stets Sauerstoff aus der Luft beigemengt, welcher auf das zur Abscheidung des Acetylens aus dem erhaltenen Gasgemenge benutzte ammoniakalische Kupferchlorür oxydierend wirkt. Zur Vermeidung dieses Übelstandes konstruierte Jungfleisch[4]) einen Apparat, in welchem er Luft in einer im Überschuſs vorhandenen Atmosphäre von Steinkohlengas verbrannte. Er erhielt darin mit Leichtigkeit nicht unbeträchtliche Mengen Acetylen, dem etwas Kohlensäure und Kohlenoxydgas beigemischt waren.

Jahn[5]) fand, daſs geringe Mengen Acetylen gebildet werden bei Einwirkung von Zinkstaub auf Alkohol in schwacher Rotglut. Gleichzeitig entstehen Spuren von Methan und Kohlenoxyd.

Dewar[6]) stellte Acetylen aus seinen Elementen in etwas anderer Weise als Berthelot her, indem er Wasserstoff durch ein Rohr aus Retortenkohle leitete, das mit Hülfe des elektrischen Stromes auf Weiſsglut erhitzt wurde.

1881. Kutscheroff[7]) fand, daſs Acetylen gebildet wird bei der Einwirkung von Bleioxyd auf Vinylbromid in geschlossenen Röhren.

1882. Tommasi[8]) erhitzte essigsaures Kupfer in einer zugeschmolzenen Röhre. In den dabei entstehenden Produkten konnte er Acetylen nachweisen.

Mailfert[9]) beobachtete, daſs bei der Einwirkung von Ozon auf Acetylen Ameisensäure und Kohlensäure gebildet werden.

1883. Mit Versuchen beschäftigt, die von Berthelot angegebene Entstehungsweise des Acetylens aus Chloroformdämpfen bei deren Durchleitung durch ein rotglühendes Kupferrohr auch für das Jodoform festzustellen, fand P. Cazeneuve[10]), daſs man mit Leichtigkeit gröſsere Mengen Acetylengas erhalten kann, wenn man fein verteiltes metalli-

---

[1]) Gazz. chim. **15**, 233; Lewes, Handbuch **1900**, 12. — [2]) Dissertation, Nancy 1879; Lewes, Handbuch **1900**, 12. — [3]) Proc. Roy. Soc. **29**, 209; der Originalbericht ist im Wortlaut auch wiedergegeben in Lewes, Handbuch **1900**, 72. — [4]) Compt. rend. **90**, 364. — [5]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **13**, 983, 2107; Lewes, Handbuch **1900**, 13. — [6]) Proc. Roy. Soc. **30**, 88; Lewes, Handbuch **1900**, 13. — [7]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **14**, 1532; Lewes, Handbuch **1900**, 13. — [8]) Bull. Soc. chim. (2) **38**, 156. — [9]) Compt. rend. **94**, 860; Lewes, Handbuch **1900**, 134. — [10]) Compt. rend. **97**, 1371.

sches Silber im angefeuchteten Zustande mit Jodoform vermischt. Dies erfolgt bereits in der Kälte, indem sich Jodsilber und Acetylen bilden. Besonders lebhaft erfolgt die Reaktion, wenn man, wie Cazeneuve weiter fand, das Silber mit sehr fein verteiltem, ausgefälltem Kupfer vermischt. Auch von allen anderen Metallen, welche mit dem Jod wohl charakterisierte Verbindungen eingehen, wie Eisen, Quecksilber, Zink, wies er nach, dafs sie bei Gegenwart geringer Mengen Wasser in gleicher Weise wie das Silber auf das Jodoform einwirken. Besonders eingehend studierte Cazeneuve die Einwirkung des gewöhnlichen Zinkstaubes auf das Jodoform. Als er ein Gemenge beider zu gleichen Teilen mit Wasser oder besser noch mit einer gesättigten Lösung von Kupfervitriol durchfeuchtete, beobachtete er eine Temperaturerhöhung unter Bildung grofser Mengen Acetylen, dem ein anderes Gas beigemengt war, das mit weifser, fahler Flamme verbrannte, und das er für ein Produkt aus Acetylen und Jodoform hielt.

1884. Destrem[1]) untersuchte das Verhalten von Benzol und Toluol, indem er sie der Einwirkung des Induktionsfunkens aussetzte. Dabei entstand unter Ausscheidung von Kohlenstoff ein Gasgemenge, bestehend aus Acetylen und Wasserstoff. Bei Benutzung von Benzol enthielt letzteres 42 bis 43 Proz. Acetylen und 57 bis 58 Proz. Wasserstoff, während bei Benutzung von Toluol 23 bis 24 Proz. Acetylen neben 76 bis 77 Proz. Wasserstoff gebildet wurden.

Lothar Meyer und Karl Seubert[2]) stellten fest, dafs sich das Acetylen bei einem Druck von 40 bis 50 mm selbst mit reinem Sauerstoff ohne alle Gefahr verpuffen läfst, während es im Bunsenschen Eudiometer auch bei erheblichem Zusatz von Stickstoff sehr leicht die Röhren zertrümmerte.

Schlegel[3]) zeigte, dafs Chlor und Acetylen sich bei vollständigem Lichtabschlufs zwar nicht umsetzen, dafs aber selbst bei nur schwacher künstlicher Beleuchtung eine sofortige Umsetzung zwischen diesen beiden Gasen unter explosionsartigen Erscheinungen und unter Abscheidung grofser Mengen Rufs erfolgt.

1885. Adolf Römer[4]) stellte Acetylen im Jungfleischschen Apparate[5]) her durch unvollständige Verbrennung von Leuchtgas, Auffangen der Verbrennungsprodukte in ammoniakalischem Kupferchlorür und Zersetzung des entstandenen Niederschlages mit Salzsäure. Er fand dabei, dafs die Ausbeute eine wesentlich bessere war, wenn er das Leuchtgas vor seiner Verbrennung über Äther leitete. Dabei machte er folgende Beobachtung: Die Glaswände des Gasometers, in welchem das Acetylen, welches er durch Zersetzung von Acetylenkupfer mit Salzsäure erhalten hatte, am Abend aufgefangen war, waren am anderen

---

[1]) Compt. rend. 99, 138. — [2]) Liebigs Ann. 226, 87. — [3]) Ebenda 226, 155. — [4]) Inaugural-Dissertation, Tübingen 1885; Liebigs Ann. 233, 172. — [5]) Vergl. S. 135.

Tage mit einem dicken Ansatz von Kohle bedeckt. Eine Volumveränderung war nicht eingetreten. Durch Analysen wurde festgestellt, dafs das Gas mehr Kohlenstoff enthielt, als der Zusammensetzung des Acetylens entsprach. Nach einigen Tagen, während welcher Zeit der Kohlenbeschlag sich noch etwas vermehrt hatte, erwies sich dagegen das Gas bei der Analyse als aus völlig reinem Acetylen bestehend. Römer nahm an, dafs sich bei der Zersetzung des Acetylenkupfers zugleich mit dem Acetylen noch kohlenstoffreichere, sehr labile Kohlenwasserstoffe gebildet hatten, welche unter Ausscheidung von Kohle allmählich in Acetylen übergehen. Bei seinen weiteren Versuchen fand er, dafs, entgegen den wiederholten Beobachtungen von Berthelot, die auch von G. Schlegel bestätigt wurden, das Acetylen, wenn es mit Chlor gemischt wurde, keinerlei Explosion gab. Berthelot sagt dagegen wörtlich[1]: „Das Acetylen explodiert, mit Chlor gemischt, fast sofort unter Abscheidung von Kohle, selbst noch unter dem Einflusse des zerstreuten Sonnenlichtes." Römer nimmt nun an, dafs die Explodierbarkeit des Acetylens mit Chlor eine Folge der Gegenwart jener labilen Kohlenwasserstoffe sei, die er für identisch hielt mit den Polyacetylenen Baeyers. Er rät deshalb, frisch bereitetes Acetylen[2]) längere Zeit vor dem Gebrauche stehen zu lassen, um ihm seine grofse Explodierbarkeit mit Chlor zu nehmen.

1891. Cazeneuve[3]) fand, dafs sein Verfahren der Acetylengewinnung aus dem Jahre 1883[4]) aus Jodoform und fein verteilten Metallen wesentlich bessere Resultate gab, wenn er statt des Jodoforms das Bromoform benutzte, während das Chloroform diese Reaktion nicht gab. Cazeneuve erhielt besonders leicht eine reiche Acetylenausbeute, wenn 50 g Zinkstaub und 20 g Bromoform mit einer zweiprozentigen Lösung von Kupferchlorür befeuchtet wurden, wobei sich das Gemenge sofort erhitzte.

1892. Keiser[5]) untersuchte den beim Durchleiten des Acetylens durch eine ammoniakalische Lösung von Kupferchlorür erhaltenen Niederschlag. Er fand, dafs demselben stets Spuren von Kohlenstoff beigemengt sind. Durch Lösen in Salzsäure konnten letztere beseitigt werden.

Physik des Acetylens.

Acetylen ist bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck ein farbloses Gas. Das Molekulargewicht des Acetylens ist 26,024, das Molekularvolumen, bezogen auf Sauerstoff, 0,8132. Die wahren Aus-

---

[1]) Liebigs Ann. 67, 52. — [2]) Dies bezieht sich zunächst natürlich nur auf solches Acetylen, das in der von Römer angegebenen Weise aus Acetylenkupfer gewonnen wurde. — [3]) Compt. rend. 113, 1054. — [4]) Vergl. oben. — [5]) Amer. Chem. Journ. 14, 285; Lewes, Handbuch 1900, 148.

dehnungskoeffizienten sind bei konstantem Druck unter dem kritischen Druck (67 Atm.) 3759×10^{-6}, unter Atmosphärendruck 3772×10^{-6}, der wahre Ausdehnungskoeffizient bei konstantem Volumen unter Atmosphärendruck 3741×10^{-6}. Die mittleren Ausdehnungskoeffizienten zwischen 0° und 100° berechnen sich bei konstantem Druck zu 3738×10^{-6}, bei konstantem Volumen zu 3724×10^{-6}. Der Geruch des reinen Acetylens ist ein nicht unangenehm ätherischer. Geringe Verunreinigungen verleihen ihm einen specifischen, jedoch an sich verschiedenen Geruch. Das aus Äthylbromid hergestellte Gas riecht scharf und behält auch diesen Geruch, wenn es durch Zersetzung des Kupfersalzes gewonnen, resp. gereinigt wird; Spuren Vinylchlorid, resp. Bromid, scheinen diesen Geruch zu verursachen. Das aus Carbid gewonnene Acetylen riecht, je nach der Menge der in demselben enthaltenen Verunreinigungen, lauchartig oder betäubend. Durch Metallsalze oder Oxydationsmittel gereinigt, riecht es angenehm ätherisch, wahrscheinlich infolge Bildung geringer Spuren Aldehyd. Vermittelst Chlorkalkpräparaten gereinigtes Acetylen riecht ähnlich demjenigen, das aus Äthylchlorid erhalten wird.

Das specifische Gewicht des reinen Acetylens auf Luft bezogen beträgt 0,9100[1]) oder genau 0,9056[2]), auf Wasser von 4° bezogen 0,001194 und auf Wasser bei 17° bezogen 0,001115[3]). Es wiegt ein Liter Acetylen bei 0° und 760 mm 1,1650 g und entspricht 1 kg Acetylen bei normaler Temperatur und normalem Druck 858,37 Liter.

Der physikalische Charakter des Acetylens steht in innigster Beziehung zu seinen chemischen Eigenschaften, die an sich als Funktion seiner molekularen Zusammensetzung angesehen werden können.

Acetylen ist ein Kohlenwasserstoff, dessen beide Kohlenstoffatome durch eine dreifache Bindung verbunden sind. Diese enge Gruppierung zweier homogenen Atome bedingt das Zustandekommen eines negativen Radikals, sie ist sogar, wie zahlreiche Analogiefälle erweisen[4]), für dieses Zustandekommen bestimmend. Der negative Charakter des Acetylens äufsert sich in seiner ausgesprochenen Säurenatur[5]). Entsprechend dem Umstande, dafs Acetylen als eine sehr schwache Säure angesehen werden mufs, da seine Salze, welche lösliche Oxyde geben, durch Wasser total dissociiert werden[6]), ist auch die elektrische Leitfähigkeit des Acetylens in wässeriger Lösung nur eine sehr geringe[7]). Genaue Messungen haben ergeben, dafs das freie Acetylen nur ein äufserst schwacher Elektrolyt, also auch eine der schwächsten Säuren ist[8]).

[1]) Berthelot, Compt. rend. 50, 805. — [2]) Leduc, Ann. Chim. Phys. 1898, 26. — [3]) Kannonikow, Journ. f. pr. Chem. (2) 31, 361. — [4]) Vergl. Henrich, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 32, 668. — [5]) Vergl. den Abschnitt „Chemie des Acetylens". — [6]) Wie z. B. Calciumcarbid u. s. w. — [7]) Vergl. Ostwald, Ztsch. f. phys. Ch. 3, 170, 241, 369. — [8]) Bredig u. Usoff, Ztsch. f. Elektrochemie 3, 116; vergl. auch Jones u. Allen, Amer. Chem. Journ. 18, 375 u. 623.

Die mehrfache Bindung der Atome des Acetylens, die sich infolge Ablenkung der Valenzrichtungen als eine hohe Spannung innerhalb des Acetylenmoleküls äufsert[1]), findet auch ihren Ausdruck in einem relativ höheren Gehalt an Energie (Bildungs- resp. Verbrennungswärme, Molekularrefraktion), namentlich in der hervortretenden Neigung des Acetylens, in seine Komponenten zu zerfallen.

Die molekulare Verbrennungswärme des Acetylens beträgt, auf nassem Wege durch Kaliumpermanganat bestimmt, 321,0 Cal.[2]), durch Verbrennen mit Sauerstoff 317,5 Cal.[3]), durch Detonation 314,9 Cal., für konstantes Volumen und bei konstantem Druck 315,7 Cal.[4]). Thomsen[5]) giebt die molekulare Verbrennungswärme für aus CH_2Br-CH_2Br und Natronkalk hergestelltes Acetylen zu 309,5 Cal. und als Mittel zahlreicher Versuche zu 310,1 Cal. an[6]). 1 Liter Acetylen bei 0° und 760 mm giebt als Mittel vieler Versuche mit dem Junkersschen Kalorimeter 14100 cal.[7]).

Die molekulare Bildungswärme des Acetylens aus seinen Elementen beträgt — 53,2 Cal. bei konstantem Druck und konstantem Volumen[8]).

Aus der Bildungsgleichung

$$C_2 \text{ (Diamant)} + H_2 = C_2H_2 \text{ (Gas)}$$

berechnet sich die Bildungswärme zu — 64,0 Cal.[9]).

Das Acetylen ist demnach eine endothermische Verbindung, d. h. sie entsteht aus den Elementen unter Verbrauch von Energie und erfolgt der Zerfall der Verbindung in ihre Komponenten unter Abgabe von Wärme.

Diese Abgabe von Wärme beim Zerfall des Acetylens kann experimentell direkt nachgewiesen werden. Leitet man Acetylen durch ein auf 620° C. erhitztes Rohr, so steigt die Temperatur sofort nach Einführung des Gases auf 638° C., in einem auf 770° erhitzten Rohre auf 790° C.[10]).

Der endothermische Charakter des Acetylens, der, wie oben erwähnt wurde, ebenfalls als ein Ausdruck seiner chemischen Konstitution angesehen werden kann, ist in vielen Fällen mafsgebend für die Stellung, die Acetylen innerhalb der Reihe der anderen Kohlenwasserstoffe und brennbaren Gase einnimmt.

Das Acetylen bietet infolge seines endothermischen Verhaltens einen Kraftspeicher dar, und wäre anzunehmen, dafs die an einer Stelle

---

[1]) Baeyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 18, 2280; Baeyer u. Bloem, ebenda 15, 2153. — [2]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. (5) 9, 165. — [3]) Derselbe, ebenda (5) 13, 14. — [4]) Derselbe, ebenda (5) 23, 180; Matignon, ebenda (6) 30, 586. — [5]) Thermochem. Unters. 4, 74. — [6]) Ebenda 6, 73. — [7]) Caro, Originalmitteilung. — [8]) Thomsen, Thermochem. Unters. 6, 73. — [9]) Berthelot, Compt. rend. 82, 24. — [10]) Haber, Experimental-Untersuchungen über Zersetzung und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, München 1896, 72.

eines bestimmten Gasvolumens eingeleitete Zersetzung resp. Zerfall sich in der ganzen Masse des Acetylens fortpflanzt. Dieses ist aber nicht der Fall.

Unter Atmosphärendruck verbreitet sich die an einem bestimmten Punkte bewirkte Zersetzung des Acetylens nicht auf eine merkliche Entfernung, wobei es gleichgültig ist, ob diese Zersetzung durch elektrische Funken, durch glühende Spitzen oder durch verpuffendes Knallquecksilber verursacht wird [1]).

Die Sachlage wird aber eine andere, wenn das Gas stärker verdichtet, und unter Drucke gestellt wird, welche 2 Atm. überschreiten. Unter diesen Umständen zeigt das Acetylen die Eigenschaft, dafs eine an einem bestimmten Punkte eingeleitete Zersetzung (durch elektrische Funken, glühendes Platin oder Eisendraht u. s. w.) sich ohne merkliche Abschwächung durch die ganze Masse verbreitet.

Die hierbei frei werdende Wärmemenge, welche für das Molekül + 58,1 Cal. resp. + 51,4 Cal. beträgt, je nachdem, in welcher Form sich der Kohlenstoff abscheidet, bewirkt eine grofse Erwärmung des laut Zerfallgleichung $C_2H_2 = C_2 + H_2$ sich bildenden Wasserstoffs. Unter Berücksichtigung der von Violle bestimmten Werte für die specifische Wärme desselben und des Kohlenstoffs bei hohen Temperaturen ergiebt sich nämlich eine Zersetzungstemperatur von 2750° C. oder unter der Annahme, dafs die specifische Wärme für Wasserstoff bei konstantem Volumen 2,4 und für Kohlenstoff bei hohen Temperaturen

Anfangsdruck (kg pro cm²) kg	Druck nach der Reaktion kg	Dauer der Reaktion in Tausendsteln 1 Sekunde	Unterschied zwischen Anfangs- und Enddruck
2,23	8,77	—	3,93
2,23	10,73	—	4,81
3,50	18,58	77,8	5,31
3,43	19,33	—	5,63
5,98	41,73	66,7	6,98
5,98	43,43	—	7,26
11,23	92,73	26,1	8,24
11,23	91,73	39,2	8,00
21,13	213,73	16,6	10,13
21,13	212,60	18,2	10,13

0,46 ist, sowie dafs ein Gramm-Molekül Acetylen 47,74 Cal. entwickelt, von 3016° [2]).

Diese hohe Temperatur bewirkt ferner eine grofse Druckerhöhung, wenn sich das Gas bei konstantem Volumen befindet, und diese Druck-

[1]) Maquenne, Compt. rend. 121, 424. — [2]) Nach Versuchen von Berthelot und Vieille, Gerdes, Glasers Ann. 40, 14.

erhöhung charakterisiert den Zerfall des Acetylens unter Druck als Explosion. Der explosive Charakter des Zerfalls tritt noch mehr durch den Umstand hervor, dafs die Zersetzung mit gröfster Geschwindigkeit durch die ganze Masse sich fortleitet.

Vorstehende Tabelle giebt die bei der Anwendung eines 4 m langen und 20 mm weiten Rohres beobachteten Zahlen.

Die auf photographischem Wege registrierte Geschwindigkeit der Zersetzung ergiebt sich aus folgender Tabelle [1]):

Anfangsdruck Atm.	Geschwindigkeit m	Anfangsdruck Atm.	Geschwindigkeit m	Anfangsdruck Atm.	Geschwindigkeit m
5	1050	12	1280	21	1400
10	1010	14	1210	21	1265
10	1100	15	1320	21	1693 (?)
10	1080	17	1230	24	1450
10	1030	18	1210	24	1260
10	1190	20	1500	30	1600

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dafs, so grofs die beobachteten Geschwindigkeiten auch sind, sie immer noch kleiner ausfallen, als die der Explosionswelle im Knallgas. Diese relative Langsamkeit der Ausbreitung der Explosion giebt auch eine Erklärung für die merkwürdige Erscheinung, dafs Acetylen bei gewöhnlichem Druck die eingeleitete Explosion nicht fortpflanzt, dagegen bei höherem Druck dies thut.

Bei gewöhnlichem Druck kann sich eine Explosion nicht fortpflanzen, weil die Moleküle nicht dicht genug gelagert sind, um die Explosionswelle fortzuleiten [2]). Bei höherem Drucke ist diese dichte Lagerung vorhanden und findet deshalb die Fortpflanzung der Explosion statt. Als Explosionsursache ist in erster Reihe Wärmeeinwirkung anzusehen. Wie schon oben bemerkt wurde, erzeugen glühender Platindraht, Knallquecksilber u. s. w. Explosionen. Dieselben finden auch statt, wenn man unter Druck befindliches Acetylen plötzlich stark belastet oder entlastet. Die Reibungs- resp. Kompressionswärme erhitzen dann die Wandungen des Rezipienten und verursachen Explosionen. Dagegen scheinen Stofs und Fall keine Explosion hervorzurufen. Da nun aber die Explosion in erster Reihe dem durch Wärme bewirkten Zerfall ihre Entstehung zu verdanken hat, so ist es erklärlich, dafs eine solche auch dann nicht stattfinden resp. verzögert werden kann, wenn gleichzeitig eine Wärmeabsorption erfolgt.

Dieselbe kann in verschiedener Weise stattfinden. Einmal direkt, durch Abkühlung:

---

[1]) Berthelot u. le Chatelier, ebenda 129, 427. — [2]) Mixter, Amer. Chem. Journ. Suppl. (4) 9, 1.

In kleinen Gefäfsen, deren Wände leicht abgekühlt werden können, findet eine Explosion des an einer Stelle zur Zersetzung gebrachten Acetylens nur unter höherem Druck statt, als bei Anwendung gröfserer Gefäfse, wie dies die nachstehenden Ergebnisse der Versuche von Berthelot und Vieille zeigen[1]).

Druck des Gases in Quecksilber cm	Anzahl der Versuche	Entzündung durch einen glühenden Draht im Centrum des Rezipienten	Anzahl der Versuche	Entzündung durch eine Ladung von 0,1 g Knallquecksilber, die in das Centrum des Rezipienten gebracht wird
		Stahlrezipient von 4 Litern.		
76 + 17			10	Keine Entzündung
76 + 24	1	Keine Entzündung	4	1 Entzündung
76 + 30,5	1	„ „	3	2 Entzündungen
76 + 38	4	„ „	3	2 „
76 + 46	4	„ „		
76 + 52	6	„ „		
76 + 61	5	1 „		
76 + 70	7	4 Entzündungen		
		Glasflasche von 25 Litern		
76			1	Keine Entzündung
76 + 7,5	3	Keine Entzündung	2	„ „
76 + 10,5			1	„ „
76 + 16,8	1	„ „	1	„ „
76 + 24	2	„ „	2	„ „
76 + 38			1	Entzündung und Sprengen des Rezipienten

Bei — 80° kann Acetylen unter keinem Drucke durch glühenden Platindraht zur explosiven Zersetzung gebracht werden[2]).

Die Wärmeabsorption kann ferner durch Beimischung inerter oder exothermischer Stoffe bewirkt werden, d. h. durch Verdünnung, oder durch Beimengungen, welche sich bei der Temperatur des Zerfalls von Acetylen zersetzen und hierbei Wärme absorbieren.

In allen diesen Fällen findet gleichzeitig eine gewisse Weiterlagerung der Acetylenmoleküle statt, die ja ebenfalls eine Verlangsamung der Fortpflanzung der Explosionswelle bedingt.

Versuche haben diese Annahme bestätigt.

Ein Gemisch von 25 Vol. Acetylen und 75 Vol. Wasserstoff ergab folgende Resultate[3]):

[1]) Compt. rend. **124**, 1002. — [2]) Claude, ebenda **128**, 303. — [3]) Berthelot u Vieille, ebenda **128**, 782.

Anfangsdruck in Kilogr. pro Kubikcm.	Enddruck in Kilogr. pro Kubikcm.	Verhältnis des Drucks	Berechnetes Druckverhältnis	Berechnete Temperatur	Bemerkungen
41,3	146,7	3,51	7,2	1680°	
30,9	105,0	3,39			
20,6	62,3	3,05			Die Reaktion trat nur in der Hälfte der Fälle ein.
10,3	22,0	2,14			
7,2	—	—			Keine Reaktion.
Gemisch: 33,3 Vol.-Teile Acetylen; 66,7 Vol.-Teile Wasserstoff.					
10,3	29,6	2,86	8,5	2048°	
7,2	11,0				Bei 6 Versuchen nur eine Reaktion.
4,1	—	—	—	—	Keine Reaktion.
Gemisch: 50 Vol.-Teile Acetylen; 50 Vol.-Teile Wasserstoff.					
41,3	231,0	5,55	10,8	2590°	
22,6	110,4	4,9			
6,2	17,3	2,7			
4,1	11,0	2,6			2 Reaktionen bei 6 Versuchen.
3,1	—	—	—	—	Keine Reaktion.

Aus diesen Resultaten ist zu ersehen, dafs die Druckgrenze, bei der eine Explosion, d. h. ein Zerfall des Acetylens stattfindet, mit steigendem Wasserstoffgehalt sich mehr und mehr nach oben verschiebt. Bei gleichem Gehalt an Beimengungen ist diese Verschiebung gröfser, wenn man anstatt Wasserstoff ein exothermisches Gas anwendet, z. B. Leuchtgas oder Ölgas.

Anfangsdruck in Kilogr. pro Kubikcm.	Enddruck in Kilogr. pro Kubikcm.	Verhältnis des Drucks	Berechnetes Druckverhältnis	Berechnete Temperatur	Bemerkungen
Gemisch: 25 Vol.-Teile Acetylen; 75 Vol.-Teile Leuchtgas.					
40,2	107,0	2,66	4,2	848°	Es trat bei 6 Vers. nur eine Reaktion ein.
Gemisch: 33,3 Vol.-Teile Acetylen; 66,7 Vol.-Teile Leuchtgas.					
29,9	110,0	3,68	5,1	1090°	
21,1	70,7	3,35			
12,4	—	—	—	—	Keine Reaktion.
Gemisch: 50 Vol.-Teile Acetylen; 50 Vol.-Teile Leuchtgas.					
12,4	47,1	3,79	7,2	1700°	
7,2	18,7	2,68	—	—	8 Reaktionen bei 12 Versuchen.
4,1	—	—	—	—	Keine Reaktion.

Ein Gemisch von Fettgas mit 20, 30 und 40 Proz. Acetylen kann unter einem Druck von 7 Atm. der Einwirkung eines Holzfeuers ausgesetzt werden, ohne dafs eine Explosion stattfindet.

Ein Gemisch von 50 Proz. Acetylen und 50 Proz. Fettgas wird durch einen glühenden Platindraht bei einem Drucke bis zu 10 Atm. nicht zersetzt, ebenso ein Gemisch von 30 Proz. Acetylen und 70 Proz. Fettgas bei Drucken bis 15 Atm., wobei auch Knallsilber als Initialzünder angewendet werden kann [1]).

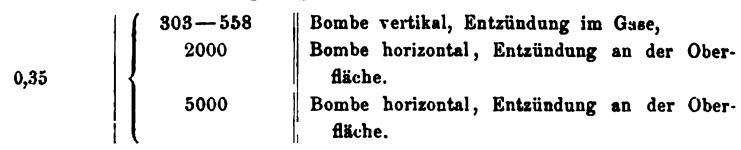
Nicht nur Beimengungen von Gasen wirken auf das unter Druck befindliche Acetylen in dem Sinne, dafs sie die Explosionsgrenze bezüglich des Druckes heraufsetzen. Auch flüssige Stoffe üben eine derartige Wirkung aus. Acetylen löst sich z. B. in Aceton (s. weiter u.) und zwar unter Druck in gröfseren Mengen. Das unter Druck stehende, über der Lösung befindliche Acetylen zersetzt sich durch Initialzündungen wie gewöhnliches Acetylen. Die Lösung von Acetylen in Aceton jedoch kann bis 10 Atm. Druck weder direkt, durch Knallsilber, noch indirekt, durch Explosion der angrenzenden Acetylenatmosphäre, zur Zersetzung gebracht werden.

Über 10 Atm. Druck wird eine Explosionswirkung letzterer Art dem gelösten Acetylen mitgeteilt, und tritt ein explosiver Zerfall der Lösung ein, wobei auch das Lösungsmittel an der Explosion teilnimmt. Deutlich findet diese Erscheinung bei 20 Atm. Druck statt. Bei dieser Kompression sind die Moleküle des Acetylens so nahe aneinander gerückt, dafs, trotz des abkühlenden Einflusses der dazwischen gelagerten Acetonmoleküle, ein Fortschreiten der Explosionswelle, analog wie beim reinen Acetylen, stattfindet.

Bei Anwendung eines glühenden Platindrahtes als Initialzünder und einer Lösung von 64 Teilen Acetylen in 100 Teilen Aceton in einer cylindrischen Bombe von 50 qcm : 22 mm Durchmesser und 120 mm Länge erhält man folgende Resultate:

Verhältnis des Acetonvolumens zum Rauminhalt des Gefäfses	Beobachtete Drucke	Beobachtung
	Sättigungsdruck 10 Atm.	
0,56	88,1 — 89,5	Bombe vertikal, Entzündung im Gase (über der Lösung),
	133,0 — 142,9	Bombe horizontal, Entzündung an der Oberfläche des Acetons,
	141,0 — 155,4	Bombe vertikal, Entzündung im Gase.
0,33	95,0	Bombe vertikal, Entzündung im Gase.
	106,9 — 117,4	Bombe vertikal, Entzündung an der Oberfläche des Acetons, resp. im Aceton.

[1]) Gerdes, Glasers Ann. 43, 113; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 276.



Verhältnis des Acetonvolumens zum Rauminhalt des Gefäfses	Beobachtete Drucke	Beobachtung
	Sättigungsdruck 20 Atm.	
0,35	303—558	Bombe vertikal, Entzündung im Gase,
	2000	Bombe horizontal, Entzündung an der Oberfläche.
	5000	Bombe horizontal, Entzündung an der Oberfläche.

Der beobachtete Enddruck zeigt, dafs bei einem Drucke von 10 Atm. lediglich das über der Acetylenlösung befindliche Acetylen zersetzt wird, während bei 20 Atm. Druck auch das gelöste Gas zur Zersetzung gelangt [1]).

Doch auch bei Drucken über 10 Atm. können Acetylenlösungen unexplosiv gemacht werden, wenn durch besondere Mittel eine weitere Wärmeentziehung erreicht wird. So z. B., wenn man die Lösung in Gefäfse bringt, welche mit einem stark porösen Stoff (Infusorienerde oder dergleichen) gefüllt sind [2]) oder wenn die Lösung auf -80^0 abgekühlt wird [3]).

Der endothermische Charakter des Acetylengases, welcher sich in dem Zerfall des reinen Acetylens unter den oben geschilderten Bedingungen äufsert, findet auch einen prägnanten Ausdruck in der grofsen Reaktionsfähigkeit desselben. Die meisten Reaktionen des Acetylens verlaufen deshalb so leicht, weil dieselben vom Freiwerden grofser Wärmemengen begleitet werden. So betragen die Umwandlungswärmen bei den Reaktionen

$$C_2H_2 + H_2 = C_2H_4 + 56 \text{ Cal.}$$
$$C_2H_2 + N_2 = 2HCN \text{ (Gas)} + 36 \text{ Cal.}$$
$$3C_2H_2 = C_6H_6 \text{ (Benzol, flüss.) nahezu } 190 \text{ Cal.}$$

und bei den Oxydationsreaktionen

$$C_2H_2 + O_4 = C_2H_2O_4 \text{ (Oxalsäure)} + 260{,}8 \text{ Cal.}$$
$$C_2H_2 + O + H_2O = C_2H_4O_2 \text{ (Essigsäure, kryst.)} + 113{,}5 \text{ Cal.}$$
$$C_2H_2 + O_4 = CH_2O_2 \text{ (Ameisens., kryst.)} + CO_2 \text{ (Gas)} + 253{,}5 \text{ Cal.}$$
$$C_2H_2 + O_5 \text{ (Gas)} = 2CO_2 \text{ (Gas)} + H_2O \text{ (flüss.)} + 321{,}0 \text{ Cal.}^{4)}$$

Ein Gemisch von Sauerstoff, resp. sauerstoffhaltigen Gasen (Luft) und Acetylen bildet demnach, ebenso wie reines Acetylen, einen Kraftspeicher, dessen Brisanz jedoch weit gröfser ist, als diejenige des reinen Acetylens.

---

[1]) Berthelot u. Vieille, Compt. rend. **124**, 1000. — [2]) Janet, Ztsch. f. Calc. u. Acet. **5**, 237. — [3]) Claude, Compt. rend. **128**, 303. — [4]) Berthelot, ebenda **82**, 24.

Ein theoretisches Knallgasgemenge von Acetylen mit Sauerstoff giebt beim Detonieren 15,29 Atm., woraus sich die Verbrennungstemperatur 3210 bis 4951° und die specifische Wärme 80,27 bis 97,52 berechnet [1]).

Die explosive Kraft eines solchen Gemisches bewirkt, daſs in Gasgemengen, welche dieses Knallgas enthalten, auch dann Explosion eintritt und fortgeleitet wird, wenn die Menge des Knallgases eine relativ geringe ist. Aus diesem Grunde sind auch Mischungen von Luft und Acetylen in den weitesten Grenzen explosiv, da, um eine Fortpflanzung der Verbrennung in einem solchen Gemisch zu verhindern, sowohl groſse Mengen Luft, als auch Acetylen notwendig sind. — Ein Acetylen-Luft-Gemisch, welches sich in weiten Gefäſsen befindet, ist explosiv, wenn es 2,8 bis 65 Proz. Acetylen enthält [2]), d. h. von den hundert zwischen Acetylen und Luft möglichen Mischungen sind 62 explosiv. — Ein Sauerstoff-Acetylen-Gemisch explodiert in den Grenzen 2,8 bis 93, d. h. 90 der möglichen Gemische sind explosiv [3]).

Die Explosionsgrenzen eines Acetylen-Luft-Gemisches unterliegen, wie beim reinen Acetylen, einer Verschiebung, wenn das Explosionsgemisch einer äuſseren oder inneren Abkühlung (Verdünnung, Reibung u. s. w.) unterworfen wird. So kann man beobachten, daſs die Grenzen zusammengehen, wenn man das Acetylen-Luft-Gemisch nicht in weiten Gefäſsen, sondern in Röhren explodieren läſst. Je enger der Röhrendurchmesser, desto enger werden die Explosionsgrenzen, wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich ist [4]):

Lichter Rohrdurchmesser mm	Explosionsgrenze untere Proz. Acetylen	Explosionsgrenze obere Proz. Acetylen
40	2,9	64
30	3,1	62
20	3,5	55
19	3,35	52,3
6	4,0	40
4	4,5	25
2	5,0	15
0,8	7,7	16
0,5	0	0

Eitner [5]) fand folgende Resultate:

a) In der Hempelschen Explosionspipette bei Anwendung von 100 ccm der explosiven Mischung, Zündung durch den elektrischen

[1]) Berthelot u. Vieille, Compt. rend. 98, 545, 601. — [2]) Le Chatelier, ebenda 121, 1144; Eitner, Journ. f. Gasbel. 45, Nr. 1 bis 6 und 13 bis 16. — [3]) Le Chatelier, a. a. O.; vergl. auch Gréhant, ebenda 122, 832; Clowes, Journ. Soc. Chem. Ind. 15, 418, welcher die obere Grenze mit 82 für ein Acetylen-Luft-Gemisch angiebt. — [4]) Le Chatelier, Compt. rend. 121, 1144; für 19 mm Rohr: Eitner u. Trautwein, Journ. f. Gasbel. 1898, 558. — [5]) A. a. O.

Funken, explodieren Gemische mit einem Acetylengehalte von 4,0 bis 50 Proz.

b) In einem Reagenscylinder, Durchmesser 18 mm, Zündung durch die Flamme eines Bunsenbrenners, explodieren noch Mischungen mit einem Acetylengehalte bis 60 Proz.

c) In einem cylindrischen Gefäſse von 44 mm Durchmesser und 400 ccm Inhalt, Zündung durch die Flamme eines Bunsenbrenners von oben, explodieren noch Mischungen mit einem Acetylengehalte bis 60 Proz.

d) In einem cylindrischen Gefäſse von 100 mm Durchmesser und 1 Liter Inhalt, Zündung durch die Flamme eines Bunsenbrenners von oben, explodieren noch Mischungen mit einem Acetylengehalte bis 70 Proz.

e) In einem cylindrischen Gefäſse von 122 mm Durchmesser und 2½ Liter Inhalt, Zündung durch die Flamme eines Bunsenbrenners von oben, explodieren noch Mischungen mit einem Acetylengehalt von 75 Proz.

Eine stärker abschwächende Wirkung wird erzielt, wenn man die explosiven Gemische noch mit endothermischen Gasen vermischt, wobei als solche auch Sauerstoff und Stickstoff resp. Luft dienen können.

Ein Gemisch von 100 Liter Acetylen mit 80 Liter Benzindampf zeigt im 19 mm weiten Rohr eine untere Explosionsgrenze von 5,4 und eine obere von 10,2, ein Gemisch von 100 Liter Acetylen und 100 Liter Benzindampf eine solche von 4,8 resp. 9,2, d. h. das Explosionsbereich beträgt im ersten Falle 4,8, im zweiten 4,4, gegen 4,9 beim reinen Acetylen [1]).

Ein Gemisch von Acetylen und Kohlensäure ergiebt folgende Explosionsbereiche:

Nummer des Versuchs	Luft-Kohlensäure-Mischung in Vol.-Proz.		Acetylen in der Explosionsmischung in Vol.-Proz.		
	Luft	Kohlensäure	Keine Explosion	Explosionsbereich	Keine Explosion
1	100,0	0,0	3,3	3,6—52,0	52,4
2	70,0	30,0	3,7	4,1—28,6	29,1
3	61,0	39,0	4,2	4,5— 7,7	8,4
4	57,0	43,0	4,6	5,0— 6,5	7,1
5	55,0	45,0	4,8	5,0— 5,8	6,2
6	54,0	46,0	Aufhören der Explosion		

Ähnlich wirken auch Stickstoff, Sauerstoff und andere endothermische Gase, selbst Wasserdampf und ein Überschuſs von Acetylen [2]).

Die Verschiebung der Explosionsgrenzen ist bei Anwendung enger Gefäſse bezw. Rohre nicht nur der durch den geringen Rohrdurchmesser

[1]) Caro, Journ. f. Gasbel. 44, 635. — [2]) Eitner, Journ. f. Gasbel. 45, Nr. 1 bis 6 und 13 bis 16.

gegebenen Abkühlung zuzuschreiben, sondern auch dem eigentümlichen Verhalten, das die Explosion eines Acetylen-Luft-Gemisches zeigt. Genaue Untersuchungen haben nämlich ergeben, dafs diese Explosion so verläuft, dafs sich zuerst die nach der Zündung bildende Flamme mit einer Geschwindigkeit von mehreren 100 Metern pro Sekunde fortpflanzt und sodann erst in die eigentliche Explosionswelle übergeht. Die Geschwindigkeit dieser Explosionswelle nimmt aber periodisch ab, indem die Flamme mit der ursprünglichen Geschwindigkeit fortschreitet. Erfolgt nun die Explosion in einem engen oder gekrümmten Rohre, so erlischt die Explosionswelle von Zeit zu Zeit und wird durch ein Fortschreiten der Flammen mit wechselnder Geschwindigkeit ersetzt. Hierbei kann aber ein so grofser Energieverlust eintreten, dafs ein weiteres Fortschreiten nicht mehr stattfindet.

Dazu kommt noch, dafs, ehe die eigentliche Explosionswelle entsteht, die Flamme erst einen gewissen Weg fortschreiten mufs, so in einem 10 mm-Rohr bei Gemischen

$2C_2H_2 + O_2$ . . . . 1,00 m
$C_2H_2 + O_2$ . . . . 0,05 „
$C_2H_2 + 6O_2$ . . . . 0,15 „
$C_2H_2 + 10O_2$ . . . . 0,80 „

Aus allen diesen Gründen wird die Explosionsgrenze mit geringerem Durchmesser des Rohres verringert[1]).

Auf dieses Erlöschen der Explosionswelle ist wohl auch zurückzuführen die in dem Abschnitt „Chemie des Acetylens“ [2]) erwähnte Erscheinung, dafs ein in einem U-Rohr befindliches Acetylen-Sauerstoff-Gemisch sich nicht immer unter Lichtentwickelung verbindet[3]).

Dieselben Erscheinungen wie beim Gemisch mit Sauerstoff resp. Luft finden auch statt bei Anwendung von Stickoxyd und Stickoxydul[4]).

Der endothermische Charakter des Acetylens verleiht demselben, wie schon oben erwähnt wurde, eine gewisse Sonderstellung unter den übrigen Kohlenwasserstoffen bezüglich seiner explosiven Wirkung. — Während für gewöhnlich die Explosionsgrenzen von brennbaren Gasen desto engere sind, je mehr Sauerstoff benötigt wird, um eine totale Verbrennung des Gases zu bewirken (Knallgas zu erzeugen), findet diese Gesetzmäfsigkeit auf Acetylen keine Anwendung[5]).

Auch darin äufsert sich diese Sonderstellung des Acetylens, dafs, während bei den meisten brennbaren Gasen der Gehalt von 18 bis 21 Proz. des theoretischen Knallgasgemisches in der Luft nötig ist, um eine Explosion herbeizuführen, beim Acetylen schon die Anwesenheit von 11 Teilen diese Wirkung ausübt[6]).

[1]) Le Chatelier, Compt. rend. **130**, 1755. — [2]) Vergl. S. 181. — [3]) Meyer u. Münch, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **26**, 2430. — [4]) Le Chatelier, a. a. O. — [5]) Vergl. Bunte, Journ. f. Gasbel. **44**, 837; Eitner, ebenda **45**, Nr. 16. — [6]) Bunte, a. a. O.; Eitner, a. a. O.

Gas	Verbrauch von Vol. Sauerstoff auf 1 Vol. des Gases	Explosionsgrenzen im 19 mm-Rohr		
		untere	obere	Explosionsbereich
Kohlenoxyd	$^1/_2$	16,5	74,95	58,4
Wasserstoff	$^1/_2$	9,45	66,4	57,0
Wassergas	$^1/_2$	12,4	66,75	54,3
Leuchtgas	1,2	7,9	19,1	11,2
Methan	2	6,1	12,8	6,7
Acetylen	$2^1/_2$	3,35	52,3	49,0
Äther	6	2,75	7,7	5,0
Benzol	$7^1/_2$	2,65	6,5	3,9
Pentan	8	2,4	4,9	2,5
Benzin	8	2,4	4,9	2,5

Die hohe, durch die Endothermie des Acetylens verursachte Explosivkraft der Acetylen-Luft-Gemische, die Gröſse der hierbei auftretenden Temperatursteigerung und die Geschwindigkeit der Fortpflanzung, bewirken auch, daſs die Explosion des Acetylens mit einer hohen Drucksteigerung verbunden ist. Diese Drucksteigerung ist in erster Reihe abhängig von den Mischungsverhältnissen, andererseits aber auch von den angewendeten Anfangsdrucken, wie folgende Tabellen erweisen, wobei zu bemerken ist, daſs zwischen den Resultaten der einzelnen Beobachter insofern eine Differenz besteht, als Gerdes eine Explosion in Mischungen 1 : 39 erhielt, während Grover erst bei 1 : 18 eine solche feststellen konnte. Diese Differenz ist auf die Gröſse der angewendeten Gefäſse zurückzuführen. Während Gerdes ein solches von 90 Liter verwendete, experimentierte Grover mit einem Cylinder von etwa 0,5 Liter.

Anfangsdruck: 1 Atm.[1]).

Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck	Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck	Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck
1 : 39	1,05	1 : 13	8,60	1 : 3	18,50
1 : 26	4,90	1 : 12	9,50	1 : 2	16,50
1 : 25	4,90	1 : 11	9,90	1 : 1	22,00
1 : 20	6,25	1 : 10	11,00	2 : 1	11,00
1 : 19	5,50	1 : 9	12,50	3 : 1	7,50
1 : 18	6,20	1 : 8	11,00	4 : 1	7,50
1 : 17	7,00	1 : 7	10,00	4,2 : 1	Keine Zündung
1 : 16	7,20	1 : 6	9,00	4,5 : 1	
1 : 15	7,50	1 : 5	8,50	7 : 1	
1 : 14	7,90	1 : 4	17,50		

[1]) Gerdes, Glasers Ann. **43**, 108.

Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck	Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck	Verhältnis von Acetylen : Luft	Enddruck
Anfangsdruck: 1 Atm.					
1 : 19	Keine Zünd.	1 : 12	7,57	1 : 7	9,6
1 : 18	4,94	1 : 11	7,93	1 : 6	8,73
1 : 15	6,40	1 : 10	8,30	1 : 5	8,44
1 : 14	6,84	1 : 9	8,88	1 : 4	8,37
1 : 13	6,84	1 : 8	9,1		
Anfangsdruck: 2 Atm.					
1 : 21	9,76	1 : 16	11,43	1 : 11	13,94
1 : 20	10,27	1 : 15	13,48	1 : 10	13,11
1 : 19	9,39	1 : 14	12,60	1 : 9	15,30
1 : 18	11,07	1 : 13	13,41	1 : 8	14,00
1 : 17	10,41	1 : 12	13,26		
Anfangsdruck: 3 Atm.[1]					
1 : 30	11,63	1 : 17,5	18,97	1 : 12,3	23,48
1 : 22	15,38	1 : 16,9	18,22	1 : 12,1	23,41
1 : 21	16,11	1 : 16,1	19,90	1 : 11,7	24,82
1 : 19,6	16,40	1 : 14,7	20,05		

Die aufserordentlich starke Explosionskraft des Acetylens ist ebenfalls in der chemischen Zusammensetzung dieses Gases begründet. Acetylen enthält weniger Wasserstoff als andere Kohlenwasserstoffe, es wird deshalb weniger Wasserdampf und mehr Kohlensäure erzeugt, so dafs ein geringerer Teil der Wärme gebunden wird als bei anderen Kohlenwasserstoffen [2].

Die chemische Zusammensetzung des Acetylens übt auch einen Einflufs auf dessen Entzündungstemperatur aus. Vergleichende Versuche haben ergeben, dafs mehrfache Bindung der Kohlenstoffatome, bezw. die geringere Sättigung mit Wasserstoff die Entzündlichkeit vermehrt [3]. So zeigt Äthan, C_2H_6, eine Entzündungstemperatur von 616°, Äthylen (C_2H_4) 580° und Acetylen 480° [4].

Im Zusammenhange mit der chemischen Zusammensetzung des Acetylens stehen auch die meisten anderen physikalischen Eigenschaften desselben.

Der Brechungsexponent beträgt für blaue H-Linie 1,00067 [5], auf Luft bezogen 2,075 [6]. Bezeichnet man den Brechungsexponenten mit n, das specifische Gewicht auf Wasser bei 12° bezogen ∂, so erhält man für

(Fortsetzung Seite 152.)

[1]) Grover, Acetylen, bei Jowett u. Sowry, Leeds 1898. — [2]) Loth. Meyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 27, 65. — [3]) V. Meyer u. Münch, ebenda 26, 2430. — [4]) Gréhant, Le Chatelier, Lewes, Berthelot, vergl. dagegen V. Meyer u. Münch, welche durch exakte Versuche für strömendes Acetylen-Luft-Gemisch eine Entzündungstemperatur von 511° C. fanden. — [5]) Kannonikow, Journ. f. prakt. Chem. [2] 31, 361. — [6]) Mascart, Compt. rend. 86, 1182.

	Ablenkung	Wellenlänge
Das Spektrum beginnt mit einem ziemlich hellen Felde bei	61° 38′	6,620
welches bis	61° 46′	6,507
reicht. In der Mitte des Feldes ist eine helle Linie zu sehen, wohl α		6,567
Nach einem schmalen dunkeln Felde beginnt bei	61° 48′	6,475
ein zweites helles Feld, welches ziemlich gleichmäſsig hell bis	61° 56′	6,369
reicht. Es folgt ein 5′ breites dunkles Feld, auf dem eine helle Linie bei	61° 59′	6,33
liegt. Es beginnt dann ein weiteres helles Feld bei . .	62° 1′ 50″	6,305
welches an seiner brechbaren Seite bei	62° 7′ 25″	6,235
durch eine helle Linie begrenzt ist. In dem dann folgenden 3′ breiten dunkeln Raum liegt bei	62° 9′ 25″	6,204
eine helle Linie; sodann beginnt bei	62° 10′ 25″	6,192
eine Bande, die durch eine Doppellinie	{62° 14′ 50″ {62° 16′ 15″	6,136 6,124
begrenzt ist. In dem sich anschlieſsenden dunkeln Felde liegt bei	62° 18′ 25″	6,097
eine scharfe helle Linie. Weiter beginnt bei	62° 19′ 45″	6,089
mit breiter, weich begrenzter Linie ein sehr helles orange gefärbtes Feld, das mit anfangs langsam, dann rasch abnehmender Helligkeit 13′ breit ist. Auf demselben liegen bei	{62° 24′ 15″ {62° 25′ 40″	6,037 6,023
zwei helle Linien, auſserdem bei	62° 29′ 35″	5,978
eine helle Linie. Es folgt ein bei	62° 32′ 20″	5,950
beginnendes streifig schattiertes Feld, das etwa 11′ breit ist und bei	62° 38′ 10″	5,873
mehrere helle Linien zeigt	62° 43′ 40″	5,838
Die letzte dieser Linien begrenzt das Feld an seiner brechbaren	62° 49′	5,804
Seite. Das Spektrum setzt sich in dieser Weise, in schattierte, auch schwache Linien zeigenden Feldern fort bis	63° 9′	5,609
bei welcher Linie die bekannte, in allen Spektren der Kohlengase sich zeigende grüngelbe Kannelierung auftritt. Die Breite dieser Kannelierung ist sehr gering, sie beträgt nicht ganz 9′. Sie wird durch eine scharfe Linie begrenzt bei	63° 17′ 48″	5,550
Es folgt dann ein breites grünes Feld, das eine groſse Anzahl von Linien zeigt, dann beginnt bei	64° 5′ 20″	5,200
eine fein schraffierte grüne Bande, eine ebensolche blaue bei	65° 12′ 00	4,834
eine erste violette bei	66° 31′ 00	4,510
und eine zweite violette bei	67° 6′ 00	4,393

$\frac{n-1}{\partial}$, den Refraktionsäquivalenten (specifisches Brechungsvermögen), den Wert 0,5447 und für $26 + \frac{n-1}{\partial}$, den Molekularrefraktionsäquivalenten (molekulares Brechungsvermögen), den Wert 14,16.

Rechnerisch findet man, unter Zugrundelegung der Zahlen von Brühl[1]):

für einfachen gebundenen Kohlenstoff .	2,404
„ Wasserstoff	1,139
„ Acetylenbindung	2,41

für das Acetylen das molekulare Brechungsvermögen von

$$2 \times 2{,}404 + 2 \times 2{,}41 + 2 \times 1{,}139 = 11{,}906$$

anstatt des gefundenen Wertes von 14,16.

Aus den Werten für den Brechungsexponenten kann der auch chemisch nachgewiesene Zusammenhang zwischen Acetylen und Benzol festgestellt werden. Der auf Luft bezogene Brechungsexponent für Acetylen, C_2H_2, beträgt 2,075, derselbe Wert für Benzol, C_6H_6, beträgt 6,2, also entsprechend dem verdreifachten Molekül fast genau dreimal mehr[2]).

Das Induktionsspektrum des Acetylens zeigt die für Kohlenwasserstoffe charakteristischen vier Liniengruppen in Orange, Gelb, Grün und Blau (siehe Tabelle a. v. S.).

Es ergiebt sich, dafs zwischen 5,500 und 4,393 das Spektrum demjenigen des Wasserstoffs sehr ähnlich ist[3]).

Acetylen ist in vielen Flüssigkeiten löslich. Die Löslichkeit steigt mit fallender Temperatur und steigendem Druck. Besonders stark löslich ist Acetylen in Aceton. In 1 Liter Aceton werden bei 12 Atm. Druck etwa 360 Liter Acetylen gelöst, d. h. das gelöste Acetylen nimmt dasselbe Volumen ein, wie 360 Liter verflüssigten Acetylens. Das Verhalten dieser Lösung bei der Einwirkung glühenden Platindrahtes u. s. w. ist schon oben erwähnt worden. Es lösen

	bei 12° und 755 mm
1 Teil gesättigtes Kochsalz . . .	0,23 Vol. Acetylen[4])
1 „ Wasser	1,18 „ „ [5])
	bei 18° und 760 mm
1 Teil Schwefelkohlenstoff	1,00 Vol. Acetylen [5])
1 „ Terpentinöl, ätherisches . .	2,00 „ „ „
1 „ Tetrachlorkohlenstoff . . .	2,00 „ „ „
1 „ Amylalkohol	3,5 „ „ „

[1]) Journ. f. prakt. Chem. 7, 140. — [2]) Mascart, Compt. rend. 86, 1182. — [3]) Wüllner, Pogg. Ann. [2] 14, 355; s. a. Angström u. Thalén, Nova Acta Reg. Soc. Upsala, III; Liveing u. Dewar, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1880, 207; Haselberg, Pogg. Ann. [2], Beibl. 7, 691. — [4]) Müller, Journ. f. prakt. Chem. [2] 58, 21. — [5]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. [4] 9, 425.

1 Teil Styrol	3,5	Vol. Acetylen [1])
1 „ Chloroform	4,00	„ „ „
1 „ Benzol	4,00	„ „ „
1 „ absoluter Alkohol	6,00	„ „ „
1 „ Essigsäure	6,00	„ „ „
1 „ Olivenöl	0,48	„ „ [2])
1 „ Aceton	25	„ „ [3])
	bei 15° und 12 Atm.	
1 „ „	300	Vol. Acetylen
	bei — 80° und 760 mm	
1 „ „	2000	Vol. Acetylen [4])
1 „ Methylal	leicht löslich.	

Acetylen kann durch Druck oder Kälte leicht in flüssigen Zustand verwandelt werden.

Nach den Angaben von Cailletet [5]) verflüssigt sich Acetylen unter einem Druck von

48 Atm.	bei 1° C.	83 Atm.	bei 18° C.
50 „	„ 2,5° „	94 „	„ 25° „
63 „	„ 10° „	103 „	„ 31° „

Nach den Angaben von Ansdell [6]) unter einem Drucke von

11,01 Atm.	bei — 23° C.	48,99 Atm.	bei 27,55° C.
17,06 „	„ — 10° „	56,20 „	„ 31,60° „
21,53 „	„ 0° „	65,36 „	„ 36,00° „
25,48 „	„ 5,25° „	65,80 „	„ 36,50° „
32,77 „	„ 13,50° „	67,96 „	„ 36,90° „
39,76 „	„ 20,15° „		

Villard giebt für die Verflüssigung des Acetylens folgende Zahlen an [7]):

0,89 Atm.	bei — 90° C.	13,2 Atm.	bei — 23,8° C.
1,00 „	„ — 85° „	26,05 „	„ 0° „
1,25 „	„ — 81° „	30,30 „	„ + 5,8° „
2,22 „	„ — 70° „	34,80 „	„ + 11,5° „
3,55 „	„ — 60° „	37,9 „	„ + 15,0° „
5,3 „	„ — 50° „	42,8 „	„ + 20,2° „
7,7 „	„ — 40° „	68,0 „	„ + 37° „

Willson u. Suckert [8]) haben gefunden:

1,0 Atm. Druck	bei — 82,2°	21,53 Atm. Druck	bei 0,0°
9,0 „ „	„ — 33,6°	25,48 „ „	„ + 5,3°
11,1 „ „	„ — 23,0°	32,77 „ „	„ + 13,5°
17,06 „ „	„ — 10,0°	39,76 „ „	„ + 19,5°

[1]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. [4] 9, 425. — [2]) Fuchs u. Schiff, Chem.-Ztg. 1897, 895. — [3]) Claude u. Hess, Compt. rend. 124, 626. — [4]) Claude, ebenda 128, 303. — [5]) Edenda 85, 851. — [6]) Chem. News 40, 136. — [7]) Ann. Chim. Phys. [7] 10, 396. — [8]) Journ. Franklin Inst. 139, 327.

Erheblich niedrigere Zahlen, die jedoch der Bestätigung bedürfen, hat Raoul Pictet[1]) gefunden. Es verflüssigt sich nach seinen Angaben reines Acetylen unter einem Drucke von

21,5 Atm.	bei 1,6° C.	38,5 Atm. . . .	bei 27,6° C.
27,0 „	„ 9,5° „	78,0 „ . . .	„ 36,5° „ [2])
29,0 „	„ 14,1° „	68,0 „ . . .	„ 47,0° „
33,5 „	„ 19,5° „		

Die kritische Temperatur des Acetylens beträgt 37,05° C.[3]); der kritische Druck 68,0 Atm.[4]).

Das flüssige Acetylen ist farblos, leicht beweglich, sehr durchsichtig und besitzt ein grofses Brechungsvermögen.

Der Siedepunkt des flüssigen Acetylens beträgt bei gewöhnlichem Druck — 82,4°[5]).

Das specifische Gewicht des flüssigen Acetylens beträgt[6]):

0,460 . . .	bei — 7° C.	0,413 . .	bei + 20,6° C.
0,456 . . .	„ 3° „	0,404 . .	„ 26,25° „
0,451 . . .	„ 0	0,397 . .	„ 30,00° „
0,441 . . .	„ + 4,4° „	0,381 . .	„ 34,00° „
0,432 . . .	„ 9,0° „	0,364 . .	„ 35,8° „
0,420 . . .	„ 16,4° „		

Das flüssige Acetylen ist die leichteste aller bekannten Flüssigkeiten.

Wie aus den obigen Zahlen zu ersehen ist, ist der Ausdehnungskoeffizient des flüssigen Acetylens ein sehr grofser. Derselbe beträgt bei gewöhnlichem Druck für die Temperaturen von — 7° bis 35,8° im Durchschnitt 0,00224 pro Grad.

Der Kompressionskoeffizient beträgt im Mittel bei Drucken von 36,62 bis 182,68 Atm. bei einer Temperatur von

35,0° C. . .	0,00085	16,0° C. . .	0,00050
28,6° „ . .	0,00068	4,4° „ . .	0,00038
22,5° „ . .	0,00058	0 . .	0,00025

Bei gleichen Drucken steigt derselbe mit höherer Temperatur:

Grade C.	Atm. 70	Atm. 95	Atm. 120	Atm. 160
35,0	0,00171	0,00113	0,00078	0,00065
28,6	0,00122	0,00083	0,00072	0,00050

[1]) L'Acétylène, Génève 1896. — [2]) Altschul, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 359. — [3]) Ansdell, Proc. of the Royal Soc. 29, 209; Heilbronn, Ztsch. f. phys. Chem. 7, 604; vergl. dagegen Leduc, Ann. Chim. Phys. 1898, 232, welcher 37° und Pictet, a. a. O., der 47° angiebt. — [4]) Ansdell, Heilbronn, a. a. O., Villard, vergl. dagegen Leduc, a. a. O., der 67,0 Atm. angiebt. — [5]) Ladenburg u. Krügel, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 33, 637; vergl. Villard, Bull. soc. chim. [3] 13, 997, welcher — 85° angiebt. — [6]) Ansdell, Proc. of the Royal Soc. 29, 212; vergl. Willson u. Suckert, welche bei 20,6° C. 0,528 gefunden haben, Journ. Franklin Inst. 138, 327.

Grade C.	Atm. 70	Atm. 95	Atm. 120	Atm. 160
22,5	0,00079	0,00065	0,00057	0,00047
16,0	0,00066	0,00050	0,00049	0,00035
4,4	0,00047	0,00042	0,00034	0,00032
0	0,00041	0,00036	0,00025	0,00029

Flüssiges Acetylen löst Paraffin und Fette. Mit Aceton tritt eine Vermischung unter starker Abkühlung ein, die sich in einer beträchtlichen Kontraktion des Gemisches äufsert.

Acetylen erstarrt in flüssiger Luft zu einer krystallinischen Masse[1]). Dasselbe tritt ein, wenn man flüssiges Acetylen an der Luft freiwillig verdunsten läfst[2]). Das feste Acetylen ist dichter als das flüssige und unwirksam gegen das polarisierte Licht[3]).

Der Schmelzpunkt des festen Acetylens liegt bei — 81°[4]). Der geringe Unterschied zwischen Schmelz- und Siedepunkt bewirkt, dafs festes Acetylen bei gewöhnlicher Temperatur vergast, ohne sichtbar zu schmelzen. Festes Acetylen kann man daher anstecken und verbrennt dasselbe wie eine Kerze[5]).

Beim Übergange des flüssigen Acetylens in festes findet eine starke Kontraktion statt.

Flüssiges Acetylen zeigt in Bezug auf sein Verhalten beim Erhitzen u. s. w. alle diejenigen Eigenschaften, welche das gasförmige Acetylen als Ausdruck seines endothermischen Charakters aufweist. So wird flüssiges Acetylen durch glühenden Platindraht, Knallsilber u. s. w. zur Explosion gebracht[6]). Eine solche Zersetzung tritt auch bei gewöhnlichem Druck ein, ein Beweis, dafs die durch Verflüssigung gegebene Annäherung der Moleküle eine Fortpflanzung der Explosionswelle ermöglicht. Die Explosion des flüssigen Acetylens ist von starker Druckerhöhung begleitet. Die explosive Kraft beträgt etwa 9500, was derjenigen der Schiefsbaumwolle fast gleichkommt.

Der Zerfall wird im flüssigen Acetylen auch durch starken Stofs bewirkt, jedoch scheinbar nur dann, wenn hierdurch eine starke Erwärmung oder ein Glühen fester Körper (Metall u. s. w.) verursacht wird[7]). Die zur Einleitung einer Explosion im flüssigen Acetylen nötige starke Erwärmung fester Körper (Wandungen u. s. w.) kann auch unter Umständen eintreten, wenn man Acetylen komprimiert, oder durch ein enges Ventil strömen läfst.

Es können deshalb plötzliche Druckbelastungen oder Druckentlastungen im flüssigen oder stark komprimierten Acetylen Explosionen hervorrufen[8]).

---

[1]) Ladenburg, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 1968. — [2]) Villard, Compt. rend. 120, 1262. — [3]) Derselbe, a. a. O. — [4]) Derselbe, Bull. soc. chim. [3] 13, 997. — [5]) Ladenburg, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 1968. — [6]) Berthelot u. Vieille, Compt. rend. 124, 1002. — [7]) Dieselben, a. a. O.; vergl. auch Rasch, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 180. — [8]) Berthelot u. Vieille, a. a. O.

Wie beim gasförmigen Acetylen wird auch beim flüssigen durch starke Abkühlung die Explosivwirkung glühender Körper eliminiert. Ein glühender Platindraht erzeugt im flüssigen auf — 80° abgekühlten Acetylen keine Explosion [1]).

Chemie des Acetylens.

Das Acetylen oder Äthin ist eine chemische Verbindung der Formel C_2H_2 und das Anfangsglied der Reihe der ungesättigten Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-2}.

Die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung ergiebt, dafs das Acetylen aus 92,3 Proz. Kohlenstoff und 7,7 Proz. Wasserstoff und die Bestimmung der physikalischen Konstanten zeigt, dafs das Molekül aus 2 Atomen Kohlenstoff und 2 Atomen Wasserstoff besteht; seine Strukturformel ist $CH \equiv CH$, d. h. von den 8 freien Valenzen der beiden Kohlenstoffatome sind 6 gegeneinander abgesättigt und 2 durch Vereinigung mit Wasserstoff.

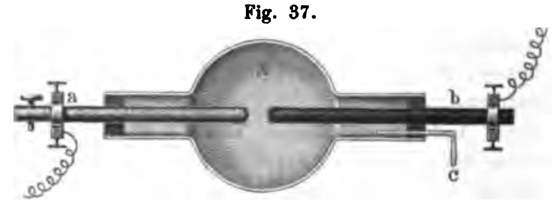
Bildungsweisen des Acetylens.

Die Bildungsweisen des Acetylens sind mannigfache; die meisten derselben sind bereits in dem Kapitel „Geschichte des Acetylens" [2]) angegeben, an dieser Stelle seien deshalb nur die wichtigsten erörtert.

Bildung von Acetylen aus den Elementen.

Acetylen ist neben Methan der einzige Kohlenwasserstoff, welcher durch direkte Vereinigung der Elemente erhalten werden konnte. Zum erstenmale ist dies Berthelot im Jahre 1862 [3]) gelungen, indem er Wasserstoff zwischen zwei Kohlenspitzen, welche er durch einen galvanischen Strom zum Glühen brachte, durchleitete [4]). Der von Berthelot verwendete Apparat (Fig. 37) bestand aus dem Glas-

Fig. 37.



ballon *A*, in dessen ausgezogenen Enden luftdicht zwei Kohlenelektroden, *a* und *b*, eingesetzt waren. Die eine Elektrode *a* war hohl und diente

[1]) Claude, Compt. rend. 128, 303; vergl. auch weiter unten den Abschnitt über flüssiges Acetylen. — [2]) Vergl. S. 127. — [3]) Ann. Chim. Phys. [3] 67, 52; Liebigs Ann. 123, 212; Compt. rend. 54, 640. — [4]) Vergl. S. 131.

zum Zuleiten des aus einem Zink-Schwefelsäure-Entwickler stammenden Wasserstoffs. Neben der anderen Elektrode war ein Gasableitungsrohr *c* eingesetzt. Die Zuleitung des elektrischen Stromes erfolgte durch auf die Elektroden aufgesetzte Kupferhülsen mit Klemmschrauben aus einer 50zelligen Bunsen-Batterie. Das entstandene Acetylen wurde durch Absorption in einer Kupferchlorürlösung nachgewiesen [1]).

Bone und Jerdan [2]) haben 1897 nachgewiesen, dafs hierbei aufser Acetylen sich noch geringe Mengen Blausäure bilden und zwar infolge Anwesenheit von Stickstoff im Wasserstoffgas und aufserdem in nachweisbaren Mengen Methan; bis dahin wurde angenommen, dafs Acetylen der einzige Kohlenwasserstoff sei, der durch direkte Vereinigung von Kohlenstoff und Wasserstoff erhalten werden konnte.

Bildung von Acetylen durch Zersetzung organischer Verbindungen bei hoher Temperatur.

Das Acetylen bildet sich unter dem fortgesetzten Einflusse der Rotglühhitze aus den meisten organischen Verbindungen, so z. B. aus Äthylen, Methyl und Methylalkohol, Aldehyd, besonders reichlich aus Äther.

Berthelot hatte 1862 als erster festgestellt, dafs bei der trockenen Destillation organischer Substanzen, so z. B. Alkohol, Äther, Aldehyd, Holzgeist, Methan, Styrol, sich stets Acetylen bildet [3]). Zwar hatte schon vorher [4]) Böttger beobachtet, dafs bei der trockenen Destillation von organischen Substanzen, namentlich Gummi u. s. w., sich ein Gas bildet, welches in einer ammoniakalischen Kupferchlorürlösung einen roten Niederschlag giebt, jedoch hat er das hierbei entstehende Acetylen, als solches, nicht charakterisiert. — Auch Quet [5]) hat dieselbe Beobachtung beim Durchleiten von Alkohol und Äther durch glühende Röhren gemacht, doch auch er hat das Acetylen nicht näher bezeichnen können.

Die Bildung von Acetylen beim Erhitzen organischer Substanzen auf Rotglut ist in vielen anderen Fällen beobachtet worden, so z. B. bei der Zersetzung von Amylwasserstoff [6]).

Acetylen bildet sich nicht nur bei der trockenen Destillation von organischen Substanzen, sondern auch, wenn man diese Substanzen lokal hohen Temperaturen unterwirft; so erhielt Berthelot Acetylen bei der Einwirkung des Induktionsfunkens auf Sumpfgas, Äthylen oder ein Gemenge von Cyan und Wasserstoff [7]); Quet [8]) durch Einwirkung des elektrischen Funkens auf Alkohol; Bredig [9]) erhielt beim

---

[1]) Vergl. auch Lepsius, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **23**, 1638. — [2]) Journ. of chem. soc. **71**, 41. — [3]) Vergl. Ann. Chim. Phys. [4] **9**, 385, 413 bis 428; Compt. rend. **50**, 805; **56**, 515. — [4]) Ann. Chim. Pharm. **109**, 351. — [5]) Liebigs Ann. **108**, 116; Compt. rend. **46**, 903. — [6]) Vohl, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie **1865**, 841. — [7]) Ann. Chim. Phys. [3] **67**, 52; Compt. rend. **56**, 515. — [8]) Compt. rend. **46**, 903. — [9]) Ztsch. f. Elektrochemie **4**, 514.

Durchschlagen eines Oscillatorfunkens unter Petroleum ein Gas, das über 30 Proz. Acetylen enthielt; ferner wurde Acetylen erhalten bei der Zersetzung durch den elektrischen Funken von Kohlenwasserstoffen, Aldehyden, Alkoholen u. s. w.[1]) von Benzin, Toluidin und Anilin[2]) und beim Durchleiten eines mit Kohlenwasserstoffen beladenen Wasserstoffstromes durch eine v. Babósche Ozonisationsröhre[3]).

Die Eigenschaft organischer Verbindungen, bei hoher Temperatur Acetylen zu geben, verursacht, dafs Acetylen in all den gasförmigen technischen Produkten enthalten ist, welche durch trockene Destillation organischer Substanzen erhalten werden. Es findet sich daher Acetylen auch im Leuchtgas, wenn auch nur in geringen Mengen und zwar 0,06 bis 0,07 Proz.[4]).

Nicht nur feste oder flüssige resp. dampfförmige Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltende organische Verbindungen geben bei der Einwirkung hoher Temperaturen Acetylen, sondern auch gasförmige, z. B. Äthylen.

Berthelot war es, der wiederum zuerst im Jahre 1866 die Bildung von Acetylen aus Äthylen nachwies[5]), während schon vorher andere, wie z. B. Deimann, Paets, v. Troostwyk, Bondt und Lauroerenburgh[6]), Marchand[7]), Magnus[8]), Buff und Hoffmann[9]) wohl die bei hohen Temperaturen erhaltenen Zersetzungsprodukte des Äthylens untersucht, jedoch nicht die Anwesenheit des Acetylens in denselben festgestellt haben.

Über die Bildung von Acetylen aus Äthylen haben ferner Norton u. Noyes[10]) und Day[11]) Untersuchungen ausgeführt.

De Wilde[12]) hat durch die Einwirkung des elektrischen Funkens auf Äthylen nachgewiesen, dafs Acetylen sich aus demselben primär bildet, indem zunächst Äthylen in Acetylen und Wasserstoff, und dieses sodann in Kohlenstoff und Wasserstoff zerfällt.

Bildung von Acetylen bei unvollkommener Verbrennung.

Ebenso wie Acetylen sich aus organischen Verbindungen bei der Einwirkung hoher Temperaturen bildet, ebenso entsteht es, wenn kohlenstoff- und wasserstoffhaltige Substanzen einer unvollkommenen Verbrennung unterworfen werden.

---

[1]) Truchot, Compt. rend. **84**, 714. — [2]) Destrem, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie **1884**, 272. — [3]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. **160**, 145. — [4]) Blochmann, Liebigs Ann. **173**, 178; vergl. auch Böttger, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie **1860**, 426 und Vogel u. Reischauer, ebenda **1858**, 208. — [5]) Liebigs Ann. **139**, 277. — [6]) Vergl. Roscoe-Schorlemmer (1884), Lehrbuch d. Chemie **3**, 646. — [7]) Journ. f. prakt. Chem. **26**, 478. — [8]) Pogg. Ann. **80**, 470. — [9]) Liebigs Ann. **113**, 129. — [10]) Jahresbericht über Fortschritte der Chemie **1888**, 573. — [11]) Ebenda **1886**, 574. — [12]) Ztsch. f. Chemie **1866**, 735; Bull. de la soc. chim. **6**, 267.

So bildet sich Acetylen bei der unvollständigen Verbrennung von Äther und Amylen [1]) oder von Leuchtgas. Dieses letztere kann man am besten beobachten, wenn man einen Leuchtgasbunsenbrenner zurückschlagen läfst, d. h. das Gas nur bei begrenzter Luftzufuhr verbrennt. Hierbei bilden sich Verbrennungsgase, welche 0,75 bis 0,80 Proz. Acetylen enthalten [2]) und wurde diese Erscheinung eine Zeit lang benutzt, um Acetylen aus Leuchtgas zu gewinnen. Der zuerst von Berthelot [3]) hierzu vorgeschlagene Apparat bestand aus einem Bunsenbrenner, der mit zurückgeschlagener Flamme brannte. Die Verbrennungsprodukte, die keinen freien Sauerstoff enthielten, wurden nach erfolgter Kühlung vermittelst eines Aspirators durch eine Waschflasche mit Kupferchlorürlösung gesaugt, wo Acetylen niedergeschlagen wurde. Durch Zersetzung dieses Kupferacetylides wurde nunmehr Acetylen gewonnen. Der Apparat selbst wurde nachher durch Jungfleisch [4]) und ferner durch Kuntzmann [5]) verbessert [6]). Die Bildung von Acetylen bei der unvollkommenen Verbrennung wird in origineller Weise durch die Erscheinung der umgekehrten Verbrennung dargethan [7]). Bekanntlich beruht diese Erscheinung darin, dafs man in ein mit brennbarem Gas gefülltes Gefäfs durch ein Röhrchen Luft zuleitet. Zündet man nun das Gas an, so brennt dasselbe an der Stelle, wo Luft zutritt, denn nur hier kann eine Verbrennung erfolgen. Sorgt man dafür, dafs das verbrannte Gas stets ersetzt wird, so erhält man das Bild brennender Luft, denn es scheint, als ob nicht das Gas, sondern die zugeleitete Luft brenne. Macht man nun dieses Experiment unter Anwendung von Methan oder mit Äther gesättigten Kohlengases, so erhält man stets Acetylen.

Die Bildung von Acetylen bei hoher Temperatur aus organischen Substanzen, und namentlich der Umstand, dafs, wie de Wilde (s. o.) nachgewiesen hat, Acetylen als primäres Zersetzungsprodukt zu betrachten ist, lassen es erklärlich erscheinen, dafs Acetylen sich auch in der Flamme anderer Leuchtgase, wie z. B. Steinkohlengas, Äthylen u. s. w. bildet, und zwar in der Zone, in welcher keine genügende Luftzufuhr vorhanden ist.

In der That läfst sich leicht nachweisen, dafs die Gase des inneren Kegels einer Leuchtflamme (Steinkohlengas-, Spiritus- u. s. w.-Flammen) Acetylen enthalten und ist für diesen Nachweis der Apparat von Pollis [8]) recht verwendbar.

Dieser Apparat (Fig. 38 a. f. S.) besteht aus einem tubulierten Rohre *a*, welches mit ammoniakalischer Kupferchlorürlösung gefüllt

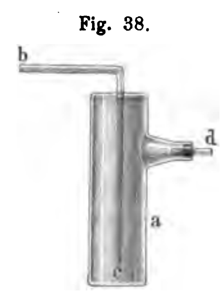
---

[1]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. [4] 9, 413. — [2]) Rieth, Ztsch. f. Chemie 1867, 598; Blochmann, Liebigs Ann. 173, 178. — [3]) Ann. Chim. Phys. [5] 10, 365. — [4]) Compt. rend. 90, 364, vergl. auch weiter unten, Seite 135. — [5]) Bull. de la soc. chim. [3] 6, 422. — [6]) Vergl. auch Schlegel, Liebigs Ann. 226, 153. — [7]) Leod, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1866, 508. — [8]) Ztsch. des Vereins deutscher Ingenieure 39, 1337.

wird. Die Spitze *b* des bis an den Boden des Apparates reichenden Röhrchens *c* wird an die Flamme gestellt, und zwar so, dafs die Mündung des Röhrchens an die Flammenoberfläche reicht. Durch den Tubus *d*, resp. ein darin befestigtes Rohr, werden vermittelst eines Aspirators die Gase durch das Röhrchen gesaugt.

Die Bildung des Acetylens in Leuchtflammen hat Lewes[1]) näher untersucht. Wie bekannt, besteht eine Gasflamme aus einer dicht über dem Brenner befindlichen nicht leuchtenden Zone, wo noch wenig Luft zutreten kann und die Gase noch kalt sind, einem darüber befindlichen leuchtenden Kegel, in dem unter teilweisem Luftzutritt der Kohlenstoff abgeschieden wird und zum Glühen kommt, und einem die ganze Flamme umgebenden, kaum leuchtenden Mantel, in welchem sich unter reichlichem Zutritte von Aufsenluft das letzte Stadium der Verbrennung vollzieht. Nun treibt, nach Lewes, von dem aus dem Brenner tretenden Leuchtgasgemische der Wasserstoff, als der leichteste Bestandteil, zuerst der Aufsenfläche des die Flamme bildenden Gaskörpers zu und verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Ihm folgt, etwas langsamer, das Methan, dessen Wasserstoff in Wasser, dessen Kohlenstoff zum Teil in Kohlenoxyd, zum Teil in Kohlensäure übergeht, je nach den an der Stelle seiner Verbrennung vorhandenen Verhältnissen. Die so im äufseren Mantel entwickelte Hitze wirkt zersetzend auf die in der eintauchenden Zone der Flamme vorhandenen schweren Kohlenwasserstoffe (Äthylen, Benzol, Propylen, Butylen, Crotonylen, Äthan, Tropan und Butan), die wegen ihrer verhältnismäfsig hohen Dichte und damit verbundenen geringen Diffusionsgeschwindigkeit viel länger als die leichten Gase im Innern der Flamme verweilen.

Fig. 38.



Diese Gase haben alle die Tendenz, bei 1000° wenig überschreitenden Temperaturen sich in Acetylen umzuwandeln, aus welchem Gase in der That (nach Lewes) 81 Proz. der unter der oberen Grenze der nicht leuchtenden Zone noch vorhandenen Kohlenwasserstoffe bestehen.

Über das Verhalten des gebildeten Acetylens bei der Flammentemperatur wird weiter unten berichtet.

Bildung von Acetylen aus organischen Körpern gleicher Verbindungsreihe.

Von den Körpern, welche der Verbindungsreihe C_nH_{2n-2} angehören und die Acetylen liefern, sind es die Metallverbindungen des Acetylens,

---

[1]) Journ. f. Gasbel. 1892, 621, 670; Chem.-Ztg. 1892, 204; Chem. News 66, 99; Chem.-Ztg. 1892, 1279; Gaslight 63, 329; 65, 796.

welche eine hervorragende Rolle spielen und zwar diejenigen, welche durch Substitution beider Wasserstoffatome durch Metall entstehen.

Diese Verbindungen, allgemein Carbide genannt, werden in letzter Zeit von der Technik in beliebigen Mengen erzeugt, und namentlich war das Calciumcarbid berufen, nicht nur sämtliche anderen Rohmaterialien der Acetylen-Erzeugung und -Bildung zu verdrängen, sondern das Acetylen als wichtiges Produkt in die Technik einzuführen.

Aus den Carbiden wird Acetylen gewonnen durch Zersetzung derselben vermittelst Wasser.

Die Reaktion verläuft hierbei nach folgender Gleichung:

$$M'_2C_2 + H_2O = C_2H_2 + M'_2O,$$

d. h. es bilden sich Acetylen und das entsprechende Metalloxyd.

Von den bekannten, durch Wasser zersetzbaren Carbiden liefern reines Acetylen diejenigen von Kalium und Natrium [1]), Calcium [2]), Baryum [3]), Strontium [4]) und Lithium [5]); es liefern dagegen die Carbide der Cergruppe, so von Cer, Lanthan, Yttrium und Thorium [6]) Gasgemenge mit gröfseren oder kleineren Mengen Acetylen. — Unreines Acetylen liefert auch das Carbidgemisch, welches Wöhler [7]) durch Einwirkung einer Legierung von Zink und Calcium auf Kohle als schwarze, pulverige Masse erhalten hat, ferner die schwarze Masse, welche bei der Darstellung von Kaliummetall aus Pottasche und Kohle erhalten wird [8]).

Ferner entsteht Acetylen durch Zersetzung der durch Einwirkung von Acetylen auf Metallsalze erhaltenen Verbindungen (s. u.), namentlich der Kupfer- und Silberverbindungen. Bei der Zersetzung der aus ammoniakalischer Kupferchlorürlösung erhaltenen Kupfer-Acetylenverbindung mit Salzsäure entsteht ein mit Vinylchlorid und Polyacetylenen verunreinigtes Gas [9]), dagegen erhält man ein äufserst reines Gas bei der Zersetzung der Kupferverbindung mit Cyankalium [10]) und kann letztere Methode zur Darstellung chemisch reinen Acetylens aus acetylenhaltigen Gasgemischen dienen.

Von den Verbindungen der Reihe C_nH_{2n-2}, welche Acetylen geben, ist noch die Acetylendicarbonsäure zu erwähnen. Dieselbe, $\begin{matrix} C—CO_2H \\ ||| \\ C—CO_2H \end{matrix}$, spaltet leicht Kohlensäure ab und liefert hierbei Acetylen. Am besten

[1]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. [4] 9, 385. — [2]) Travers, Proc. of Chem. Soc. 6. Febr. 1893; Moissan, Compt. rend. 1893. — [3]) Maquenne, Bull. soc. chim. [3] 7, 366; Ann. Chim. Phys. [6] 28, 257; Moissan, Compt. rend. 118, 684. — [4]) Moissan, a. a. O. — [5]) Derselbe, ebenda 122, 362. — [6]) Moissan u. Etard, ebenda 122, 573. — [7]) Liebigs Ann. 124, 220. — [8]) E. Davy, Liebigs Ann. 23, 144. — [9]) Zeisel, Liebigs Ann. 191, 368; Römer, ebenda 233, 182. — [10]) Baeyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft, 18, 2273.

geht die Reaktion in der Weise, dafs man zu einer Lösung von acetylendicarbonsaurem Natrium eine Lösung von Silbernitrat zufügt[1]). Es entsteht das Silbersalz der Acetylendicarbonsäure, welches jedoch sofort, unter Abspaltung von Kohlensäure, in Acetylensilber übergeht.

Es ist anzunehmen, dafs bei dieser Abspaltung zunächst sich nur ein Molekül Kohlensäure abspaltet und Propargylsäure, $\overset{\displaystyle CH}{\underset{\displaystyle C-CO_2H}{|||}}$, entsteht. Ein direkter Versuch hat ergeben[2]), dafs bei der Einwirkung verdünnter wässeriger Alkalien auf Propargylaldehyd, bei gewöhnlicher Temperatur unter starkem Aufbrausen Acetylen entsteht, wobei sich aufserdem Ameisensäure bildet:

$$\begin{array}{c} CH \\ ||| \\ C \\ | \\ COH \end{array} + \begin{array}{c} \\ \\ H \\ | \\ O-Na \end{array} = \begin{array}{c} CH \\ ||| \\ CH \\ \hline COH.O.Na. \end{array}$$

Bildung von Acetylen aus organischen Körpern anderer Verbindungsreihen durch chemische Reaktionen.

Die wichtigsten Entstehungsweisen dieser Klasse sind diejenigen der Bildung von Acetylen aus den Halogenverbindungen der Kohlenwasserstoffe höherer Sättigungsreihen.

Diesen Halogensubstitutionsprodukten kann das Halogen direkt entzogen werden und erfolgt dann die Bildung des Acetylens durch Zusammenschlufs der verbleibenden Kohlenwasserstoffreste. So entsteht Acetylen aus Chloroform:

$$2CHCl_3 = C_2H_2 + Cl_6,$$

durch Überleiten desselben über rotglühendes Kupfer (Berthelot) oder durch Einwirkung von Kaliumamalgam oder Natrium[3]). In guter Ausbeute entsteht Acetylen bei der Einwirkung von Natriumkampfer (Produkt der Einwirkung von Natriummetall auf Kampfer in einer Lösung in Toluol) auf Chloroform[4]).

Aus Bromoform entsteht auf dieselbe Weise Acetylen, wenn man 20 g Bromoform mit 50 g Zinkstaub und etwas 2 proc. Kupferchlorürlösung vermischt, oder durch Einwirkung von feuchtem Silber[5]). Acetylen bildet sich durch Behandlung von Jodoform mit Metallen, z. B. feuchtem Silberpulver[6]), Zink, Eisen oder besonders mit einem Gemenge von Kupfer und Zink, ferner beim direkten Erhitzen des Jodoforms

---

[1]) Lossen, Liebigs Ann. 272, 140. — [2]) Claisen, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 1023. — [3]) Kletzinski, Ztsch. f. Chemie 2, 127; Fittig, ebenda 2, 127. — [4]) Haller, Beilstein, Handbuch org. Chem. 1893, 1, 128. — [5]) Cazeneuve, Bull. soc. chim. [3] 7, 70; Derselbe, Compt. rend. 113, 1054. — [6]) Derselbe, ebenda 97, 1371.

über seinen Schmelzpunkt[1]):

$$2CHJ_3 = C_2H_2 + 3J_2.$$

Auch beim Behandeln von s-Tetrachloräthan in alkoholischer Lösung mit Zink[2]) wird demselben das Halogen entzogen unter Bildung von Acetylen:

$$CHCl_2.CHCl_2 = C_2H_2 + Cl_4.$$

Alle diese Reaktionen jedoch geben nur geringe Ausbeuten an Acetylen. Erheblich günstigere Resultate erhält man, wenn man den Halogensubstitutionsprodukten höherer Verbindungsreihen nicht nur Halogen, sondern gleichzeitig Wasserstoff entzieht. Hierbei bildet sich, namentlich bei Verwendung der Bromsubstitutionsprodukte, Acetylen in beträchtlichen Mengen, und wurde Acetylen, ehe man die leicht zugänglichen Carbide kannte, fast ausschliefslich auf diese Weise gewonnen. — Bromäthylen wird durch Wasser und Bleioxyd unter Bildung von Acetylen zersetzt[3]).

Bei der Einwirkung von alkoholischem Kali spaltet Bromäthylen, $\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CHBr \end{matrix}$, Bromwasserstoff ab und giebt hierbei Acetylen:

$$CH_2CHBr + KOH = CH_2 + KBr + H_2O$$ [4]).

In gleicher Weise wirkt alkoholisches Kali auf Äthylenbromid[5]); hierbei verläuft die Reaktion in der Weise, dafs zuerst aus Äthylenbromid Bromäthylen entsteht, welches sodann Acetylen giebt:

$$\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix} + KOH = \begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CHBr \end{matrix} + KBr + H_2O.$$

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CHBr \end{matrix} + KOH = \begin{matrix} CH \\ \||| \\ CH \end{matrix} + KBr + H_2O$$ [6]).

Die Reaktion wird deshalb vorteilhaft so ausgeführt, dafs man Äthylenbromid in kochendes alkoholisches Kali tropfen läfst und sodann die Dämpfe ebenfalls durch kochendes alkoholisches Kali leitet[7]).

Um die letzten Spuren Bromäthylen zu entfernen, leitet man das erhaltene Gas über mäfsig erhitzten Natronkalk[8]).

Reines Acetylen erhält man aus Äthylenbromid, wenn man dasselbe durch Kaliumisobutylat zersetzt[9]). Man verfährt vorteilhaft in der Weise, dafs man Isobutylalkohol mit Kaliummetall versetzt (12:1), zur Trockne verdampft und den Rückstand auf 200° C. erhitzt. So-

---

[1]) Cazeneuve, Bull. soc. chim. **41**, 106. — [2]) Sabanejeff, Liebigs Ann. **216**, 242. — [3]) Jahn, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **1881**, 1532. — [4]) Sawitsch, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie **1861**, 646. — [5]) Derselbe, a. a. O. — [6]) Miasnikoff, Liebigs Ann. **118**, 330. — [7]) Sabanejeff, Liebigs Ann. **178**, 111. — [8]) Zeisel, Liebigs Ann. **191**, 368. — [9]) Sawitsch, a. a. O.

dann füllt man das Gefäfs mit Quecksilber, stülpt es über eine Wanne mit Quecksilber um und läfst Äthylenbromid zum Kaliumisobutylat aufsteigen. Das entwickelte Gas reinigt man durch mehrmaliges Schütteln mit Alkohol [1]).

Ferner entsteht Acetylen aus Äthylenbromid durch Abspaltung von Bromwasserstoff nach der bekannten Reaktion von Friedel-Krafts. Erhitzt man Äthylenbromid mit Aluminiumbromid auf 100 bis 110°, so bildet sich in guter Ausbeute Acetylen [2]). Durch direkte Spaltung erhält man Acetylen aus Äthylenchlorid, $C_2H_4Cl_2$, beim Durchleiten der Dämpfe desselben durch ein rotglühendes Porzellanrohr [3]).

Als Ausgangsmaterialien für Bildung von Acetylen aus Verbindungen höherer Sättigungsreihen kommen auch die Carbonsäuren in Betracht. Die Säuren des Äthylens (Butendisäuren), die Fumar- und Maleinsäure, $\begin{matrix} CH—CO_2H \\ \| \\ CH—CO_2H \end{matrix}$, zerfallen bei der Elektrolyse in der für organische Säuren allgemein gültigen Weise. Am negativen Pol tritt der Wasserstoff (resp. bei Anwendung von Salzen das Metall) auf, der Rest am positiven Pol [4]). Dieser Rest zerfällt sofort weiter in Kohlensäure und Kohlenwasserstoffe [5]).

Bei der Elektrolyse einer konzentrierten wässerigen Lösung von fumarsaurem Natrium entsteht am positiven Pol Acetylen, während am negativen Pol durch Anlagerung Natriumsuccinat gebildet wird:

$$\begin{matrix} CH—CO_2H \\ \| \\ CH—CO_2H \end{matrix} = \begin{matrix} CO_2 \overset{+}{CH} \\ \quad ||| \\ CO_2 \; CH \end{matrix} \quad \begin{matrix} \overset{-}{H} \\ \\ H \end{matrix} .$$

In derselben Weise wird eine Lösung von maleinsaurem Natrium zersetzt [6]).

Acetylen bildet sich bei der Spaltung des Dimethyläthanolaminvinyläthermethylhydroxydes, $CH_2{=}CHO \, . \, CH_2 \, . \, CH_2 \begin{matrix} N \\ | \\ OH \end{matrix} \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$, eines Produktes des Morpholins [7]).

Auch aus Verbindungen der gesättigten Reihe, C_nH_{2n}, erfolgt die Bildung von Acetylen, doch finden dabei mehr oder weniger tiefgehende Zersetzungen statt. So entsteht Acetylen aus der Methylendisulfosäure, (s-1.2.(αβ) Methandisulfonsäure, $\begin{matrix} CH_2SO_3H \\ | \\ CH_2SO_3H \end{matrix}$, wenn man das Natrium-

---

[1]) Forchand, Ann. Chim. Phys. [6] **11**, 477. — [2]) Mouneyrat, Bull. soc. chim. [3] **19**, 184. — [3]) De Wilde, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **7**, 352. — [4]) Kolbe, Liebigs Ann. **69**, 257. — [5]) Bourgoin, Ann. Chim. Phys. [4] **14**, 157; Lassar-Cohn, Liebigs Ann. **251**, 335. — [6]) Kekulé, ebenda **131**, 85. — [7]) Knorr u. Matthes, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **1899**, 741.

salz derselben mit Ätzkali schmilzt[1]). Hierbei entsteht auch Wasserstoff und bilden sich Sulfite.

Ferner entsteht Acetylen bei der Einwirkung von Jod auf Silberacetat[2]) aus Methylalkohol durch Einwirkung von heifsem Zinkstaub[3]) und aus Kupferacetat, beim Erhitzen der Lösung unter Druck[4]).

Chemische Reaktionen des Acetylens.

Das Acetylen gehört zu den reaktionsfähigsten Körpern der organischen Chemie. Seine Natur als ungesättigter Kohlenwasserstoff mit dreifacher Bindung der Kohlenstoffatome, ferner der Umstand, dafs Acetylen eine endothermische Verbindung ist, befähigen das Acetylen zu einer grofsen Anzahl von Reaktionen, von denen die wichtigsten die Additionsreaktionen sind.

Addition von Wasserstoff.

Acetylen vermag 2 resp. 4 Atome Wasserstoff zu binden und bilden sich hierbei die Kohlenwasserstoffe der nächst höheren Reihen: Äthylen und Äthan:

$$C_2H_2 + H_2 = C_2H_4,$$
$$C_2H_2 + 2H_2 = C_2H_6.$$

Quantitativ verläuft diese Reaktion, wenn man Kalilauge elektrolysiert und an der Kathode Acetylen vorüberleitet; es bildet sich hierbei innerhalb bestimmter Potentialgrenzen Äthylen, bei höherer Spannung Äthan[5]).

Nach Berthelot[6]) erfolgt die Anlagerung zu Äthylen, wenn man Acetylenkupfer mit nascierendem Wasserstoff (Zinkstaub und Ammoniak) behandelt. Jedoch ist die Bildung von Äthylen hierbei nur eine sehr geringe, auch ist der Verlauf der Reaktion von vielen Zufälligkeiten abhängig. Krüger[7]) beobachtete beim Wiederholen der Berthelotschen Reaktion, dafs wohl ein Teil des Acetylens hierbei verändert wird, konnte jedoch in den entströmenden Gasen kein Äthylen nachweisen. Auch Wood[8]) konnte hierbei, sowie bei der Reduktion von Kupferacetylid mit Zink und Schwefelsäure keinerlei Bildung von Äthylen feststellen.

Bei der Einwirkung von Wasserstoff auf Acetylen in Gegenwart von Platinmohr soll schon bei gewöhnlicher Temperatur Äthan sich bilden[9]); dieselbe Reaktion haben auch Sabatier und Senderens[10])

---

[1]) Berthelot, Ztsch. für Chemie 1869, 682. — [2]) Birnbaum, Liebigs Ann. 152, 111. — [3]) Jahn, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1880, 390. — [4]) Tommasi, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 1882, 1340. — [5]) Billitzer, Ztsch. f. Elektrochemie 1901, 959. — [6]) Compt. rend. 50, 806. — [7]) Elektroch. Ztsch. 1895, 32. — [8]) Chem. News 78, 308. — [9]) De Wilde, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 7, 353. — [10]) Compt. rend. 131, 40.

beobachtet, doch scheint hierbei das Mengenverhältnis der angewendeten Gase und die Art der Herstellung des Platinschwarz eine erhebliche Rolle zu spielen, denn Krüger[1]) konnte bei Verwendung von platiniertem Asbest bei gewöhnlicher Temperatur keine Reaktion beobachten, während bei höherer Temperatur eine Zersetzung des Acetylens erfolgte.

Nach Sabatier und Senderens[2]) soll der angegebene Erfolg, nämlich die Bildung von Äthan, eintreten, wenn das Gasgemisch auf einen Teil Acetylen mehr als zwei Teile Wasserstoff enthält; ist dieses nicht der Fall, so entsteht aufser Äthan noch Äthylen, dagegen tritt ein grofser Teil des Acetylens gar nicht ein in die Reaktion.

Die Menge der gebildeten Produkte wird mit steigendem Acetylengehalt geringer; prozentual wird die Menge des gebildeten Äthylens gröfser, als diejenige des Äthans.

Bei höherer Temperatur tritt zum Teil Zersetzung des übergeleiteten Acetylens ein, zum Teil aber eine Vereinigung mit Wasserstoff zu höheren (zum Teil flüssigen) Kohlenwasserstoffen der Äthylen- und Methanreihe.

Ein Gemisch von Acetylen und Wasserstoff wird bei gewöhnlicher Temperatur von Kupfer, Eisen oder Kobalt nicht verändert, bei einer Temperatur von 180° entstehen dieselben resp. ähnliche Produkte, wie bei der gleichen Einwirkung auf Platin[3]).

Bei Anwendung von metallischem Nickel verläuft die Hydrogenisierung von Acetylen ohne Wärmezufuhr[4]); beim Überleiten eines Acetylen-Wasserstoff-Gas-Gemisches über feinverteiltes Nickel tritt eine freiwillige, starke Erhitzung desselben ein und bilden sich Äthylen und Äthan neben einem unterhalb 140° C. destillierenden petroleumähnlichen Kohlenwasserstoff-Gemisch.

Der Verlauf der Hydrogenisierung von Acetylen durch direkte Addition von Wasserstoff ist ein derartiger, dafs eine technische Verwendung dieser Reaktion, z. B. zur Gewinnung von Alkohol oder dergl., zur Zeit als ausgeschlossen erscheint. Diese Reaktion läfst aber wichtige Rückschlüsse auf in der Natur stattfindende Vorkommnisse zu.

Es ist anzunehmen, dafs diejenigen Metalle, welche mit Kohlenstoff Carbide zu bilden vermögen, in den ersten geologischen Perioden in Form solcher Carbide sich befanden. Als nun Wasser, resp. Wasserdampf, in Reaktion trat, lieferten diese Metallcarbide Kohlenwasserstoffe.

Aus den Untersuchungen Moissans ist bekannt, dafs die aus den zersetzlichen Carbiden entstehenden Kohlenwasserstoffe, mit Ausnahme von Methan aus Aluminiumcarbid, der ungesättigten Reihe angehören, und zwar bildet sich in der Hauptsache Acetylen.

Es ist aber aus oben erwähnten Reaktionen ersichtlich, dafs diese

---

[1]) Elektroch. Ztsch. 1895, 33. — [2]) A. a. O. — [3]) Sabatier u. Senderens, Compt. rend. 130, 250, 1559 u. 1628. — [4]) Dieselben, ebenda 128, 1173.

ungesättigten Kohlenwasserstoffe, speciell Acetylen, unter der Einwirkung verhältnismäfsig wenig hoher Temperaturen und bei Gegenwart von Wasserstoff und Metallen, höhere flüssige Kohlenwasserstoffe der gesättigten Reihe liefern, welche dem Petroleum sehr ähnlich sind. Eine solche Bildung erfolgt, wie weiter unten erwähnt wird, auch ohne Zuführung von Wasserstoff, der jedoch, weil er ebenfalls in grofsen Mengen bei Zersetzung von Carbiden einiger Metalle entsteht, in der Atmosphäre vorhanden gewesen sein mufs, wie auch z. B. Fouqué in den submarinen Ausströmungen in Santorin freien Wasserstoff gefunden hat.

In vielen Fällen ist mit Sicherheit nachgewiesen, dafs das gefundene Petroleum organischer Materie seinen Ursprung verdankt, jedoch giebt es Funde, welche zwanglos die Erklärung der Entstehung des Petroleums aus Carbiden zulassen, namentlich wo Petroleumvorkommen mit dem Auftreten brennbarer Gase und Kohlensäure verbunden sind.

Aufser den oben mitgeteilten Reaktionen der direkten Einwirkung von Wasserstoff auf Acetylen mufs noch eine Bildung von Äthylen aus Acetylen erwähnt werden.

Bei der Einwirkung von Acetylen auf Natriumammonium und ähnliche Verbindungen entsteht, neben Metallacetyliden, Äthylen [1]):

$$3 C_2H_2 + 2 NH_3Na = C_2H_2 . C_2Na_2 + C_2H_4.$$

Einwirkung von Chlor.

Die Einwirkung der Halogene auf Acetylen ist erheblich intensiver, als diejenige von Wasserstoff. Auch hier kann die Reaktion so geführt werden, dafs Verbindungen der Äthylenreihe, oder diejenigen der Methanreihe sich bilden.

Eine direkte Substitution der Wasserstoffatome des Acetylens durch direkte Einwirkung von Halogenen konnte nicht durchgeführt werden; nur unter besonderen Bedingungen (s. u.) entsteht aus Acetylen Perchloräthan, C_2Cl_6.

Reines, luftfreies Acetylen wird von Chlor bei Lichtabschlufs nicht angegriffen [2]). Bei zerstreutem Licht tritt zunächst eine ziemlich langsam verlaufende Verbindung zu Dichloräthylen (farblose Flüssigkeit, Siedep. 55°):

$$C_2H_2 + Cl_2 = CH_2Cl = CH_2Cl,$$

dann eine rasch verlaufende Reaktion unter Bildung von s-Tetrachloräthan ein (farblose Flüssigkeit, Siedep. 147°, spec. Gew. 1,614 bei 0°):

$$C_2H_2 + Cl_4 = CHCl_2-CHCl_2$$ [3]).

Ist dagegen das Acetylen auch nur wenig verunreinigt, z. B. mit

---

[1]) Moissan, Compt. rend. 127, 915. — [2]) Schlegel, Liebigs Ann. 226, 154. — [3]) Römer, Liebigs Ann. 233, 214.

Spuren Luft[1]), oder mit Spuren anderer Verbindungen, welche z. B. bei der Darstellung des Acetylens aus seiner Kupferverbindung vermittelst Salzsäure gebildet werden[2]), so tritt bei der Einwirkung von Chlor auf Acetylen schon in diffusem Lichte eine heftige Explosion ein (Berthelot). Hierbei wird das Acetylen total zersetzt, indem sich Kohle (Rufs) abscheidet und Salzsäuregas gebildet wird:

$$C_2H_2 + Cl_2 = C_2 + 2HCl.$$

Auch ein Gemisch von reinem Acetylen und Chlorgas kann zur Explosion gebracht werden. Es genügt, ein solches Gemisch mit einer kleinen Leuchtgasflamme[3]) oder mit einem Magnesiumlicht[4]) zu bestrahlen, um unter Entflammung eine Explosion zu verursachen.

Noch einfacher gestaltet sich das Experiment, wenn man nach Ahrens[5]) in einen kleinen Cylinder etwas konzentrierte Chlorkalklösung, ein Körnchen Calciumcarbid und etwas Salzsäure zusammengiebt; die abgeschiedenen Gase vereinigen sich dann auch im Dunkeln unter schwacher Detonation und blendender Lichterscheinung, welche Reaktion sich in kurzen Intervallen wiederholt.

Chloradditionsprodukte des Acetylens erhält man aus demselben noch auf anderen Wegen:

Das s-1.2-Dichloräthylen, $CHCl{=}CHCl$, erhält man, neben anderen Produkten, beim Einleiten von Acetylen in eine wässerige Chlorjodlösung[6]), das symmetrische Tetrachloräthan, $CHCl_2{-}CHCl_2$, wenn man Acetylen, das sorgsam von jeder Spur Luft befreit ist, und Chlor gleichzeitig in ein auf 70 bis 75° erhitztes Gemenge von 10 Teilen Äthylenchlorid und 1 Teil Chloraluminium einleitet[7]). Erhitzt man das Gemenge auf 120° C., so entsteht auch Perchloräthan, CCl_3CCl_3 (farblose Krystalle, Schmelzp. 187°), d. h. es wirkt Cl nicht nur addierend, sondern auch substituierend ein.

Leitet man über schwach erwärmtes Antimonpentachlorid, $SbCl_5$, Acetylen, so wird dasselbe absorbiert und eine in Blättchen krystallisierende Verbindung, $C_2H_2SbCl_5$, gebildet[8]). Destilliert man diese Verbindung, so zerfällt sie und es entsteht neben Antimontrichlorid, symm. 1.2.-Dichloräthylen, $CHCl{=}CHCl$ und symm. 1.1.2.2.-Tetrachloräthan, $CHCl_2{-}CHCl_2$[9]). Die Menge des letzteren überwiegt, ja unter Umständen bildet dasselbe sich nur ausschliefslich[10]).

---

[1]) Mouneyrat, Bull. soc. chim. [3] 19, 448. — [2]) Römer, Liebigs Ann. 233, 214. — [3]) Schlegel, Liebigs Ann. 226, 155. — [4]) Ahrens, Metallcarbide, S. 20. — [5]) A. a. O. — [6]) Sabanejeff, Liebigs Ann. 216, 262. — [7]) Mouneyrat, Bull. soc. chim. [3] 19, 447 bis 452. — [8]) Berthelot u. Jungfleisch, Liebigs Ann., Suppl. 7, 253. — [9]) Dieselben, ebenda 7, 254. — [10]) Sabanejeff, Liebigs Ann. 216, 242.

Einwirkung von Brom.

Die Einwirkung von Brom auf Acetylen erfolgt sehr energisch, jedoch nicht in dem Maſse, wie bei Chlor, daſs Explosionserscheinungen auftreten.

Die Reaktion verläuft in demselben Sinne wie beim Chlor. Es bildet sich zunächst symm. Acetylendibromid, $CHBr{=}CHBr$ und sodann symm. Tetrabromäthan, $CHBr_2\ CHBr_2$:

$$C_2H_2 + Br_2 = C_2H_2Br_2,$$
$$C_2H_2 + Br_4 = C_2H_2Br_4.$$

Die erstere Verbindung (farblose Flüssigkeit, Siedep. 110°, spec. Gew. 2,2714) wird erhalten, wenn man zu einer Lösung von Acetylen in absolutem Alkohol Brom langsam zutropfen läſst [1]).

Die zweite Verbindung (farblose Flüssigkeit, Siedep. 137°, spec. Gew. 2,9710) wird erhalten, wenn man Acetylen in unter Wasser befindliches Brom leitet [2]), jedoch nur bei gleichzeitiger Einwirkung von Licht [3]).

Hierbei bildet sich aber noch Bromäthylenbromid (Vinylbromid), $CH_2Br.CHBr_2$ (farblose Flüssigkeit, Siedep. 186,5°, spec. Gew. 2,6189, Erstarrungspunkt — 26°).

Um das Tetrabromid von demselben zu befreien, wird es zuerst durch Reduktion vermittelst Alkohol und Zinkstaub in das Dibromid übergeführt, dieses wird durch fraktionierte Destillation vom Vinylbromid getrennt und sodann durch Brom in das Tetrabromid übergeführt.

Symm. Tetrabromäthan entsteht auch, wenn man Acetylen in abgekühltes Brom oder solches bei gewöhnlicher Temperatur leitet [4]).

Theoretisch ist die Existenz zweier Acetylendibromide möglich, welche zu einander stereoisomer sind:

```
      I.                  II.
     HCBr              H—C—Br
      ||       und        ||
   H—C—Br             Br—C—H.
```

Bei der Einwirkung von Brom auf Acetylen ist jedoch nur die Bildung der symmetrischen Verbindung (II) festgestellt worden [5]).

Leitet man Acetylen in erwärmtes Brom, so bildet sich, wenn man gleichzeitig Luft zuführt, in Anwesenheit von Kupferchlorür die Verbindung $C_4H_2Br_4$ [6]).

---

[1]) Derselbe, Liebigs Ann. 178, 116. — [2]) Reboul, ebenda 124, 269. — [3]) Berthelot, Bull. soc. chim. [2] 9, 372. — [4]) Elbs u. Neumann, Journ. f. prakt. Chem. [2] 58, 245 bis 254. — [5]) Gray, Journ. of the Chem. soc. 71, 1023. — [6]) Noyes u. Tucker, Amer. Chem. Journ. 19, 123.

Einwirkung von Chlor und Brom.

Die gemischten Additionsprodukte des Acetylens, namentlich die Äthanderivate, können leicht erhalten werden, wenn man auf die Dihalogenverbindung des Acetylens weiteres Halogen einwirken läfst.

So entsteht beim Versetzen einer kaltgehaltenen Acetylendibromidlösung, CHBr=CHBr (dem Einwirkungsprodukte von Brom auf Acetylen), mit Antimonpentachlorid 1,1-Dichlor-2,2-Dibromäthan, $CHBr_2CHCl_2$ (farblose Flüssigkeit, Siedep. 195 bis 200°, spec. Gew. 2,391). Direkt aus Acetylen durch Einwirkung von Chlorbrom entsteht lediglich diese eine Verbindung [1]).

Einwirkung von Jod.

Die Einwirkung von Jod auf Acetylen erfolgt erheblich träger, als diejenige von Chlor und Brom. Die Reaktion verläuft nur bis zur Bildung des Diadditionsproduktes $C_2H_2J_2$, während das Tetraadditionsprodukt, $C_2H_2J_4$, überhaupt noch nicht erhalten wurde.

Leitet man in ein Gemenge von Jod in absolutem Alkohol Acetylen ein, so verbindet sich dasselbe zu einem symm. Dijodäthylen [2]): CHJ=CHJ.

Diese Verbindung bildet farblose Nadeln, die bei 73° schmelzen, sie siedet bei 192° [3]) und hat ein specifisches Gewicht von 3,303. Sie entsteht auch, wenn man Acetylen in ein Gemisch von Jod und Essig leitet [4]). Leitet man dagegen Acetylen in ein Gemisch aus 1 Teil Jod und 2 Teilen Jodsäure, so entsteht, neben geringen Mengen des festen Dijodacetylens, in der Hauptmasse ein flüssiges Produkt gleicher Zusammensetzung [5]). Ein flüssiges Dijodacetylen entsteht auch neben dem bekannten festen, wenn man Jod in einem Paraffinbade schmilzt, auf 140 bis 160° erhitzt und Acetylen in dasselbe leitet [6]). Das hierbei entstehende ölige Produkt wird durch abwechselndes Erstarren und Flüssigmachen von dem festen getrennt. Es bildet ein farbloses Öl, welches an der Sonne in kurzer Zeit violett wird, bei 185° siedet, bei —20° erstarrt und ein specifisches Gewicht von 3,0625 hat. Erwärmt man dies Öl mit Jodwasserstoffsäurelösung, so geht es sofort in das feste Dijodid über.

Keiser nimmt an, dafs das flüssige Dijodacetylen ein Raumisomeres des festen Produktes ist und zu letzterem in demselben Verhältnis steht, wie Malein- zur Fumarsäure:

[1]) Sabanejeff, Liebigs Ann. **216**, 257. — [2]) Derselbe, ebenda **178**, 118; Berthelot, ebenda **132**, 122; Biltz, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **30**, 1207. — [3]) Plimpton, Proc. Chem. Soc. **41**, 392. — [4]) Paterno u. Peratoner, Gazz. chim. ital. **19**, 589. — [5]) Dieselben, a. a. O. — [6]) Keiser, Amer. Chem. Journ. **1899**, 261.

$$\begin{array}{c} H-C-J \\ \| \\ J-C-H \end{array} \qquad \begin{array}{c} H-C-J \\ \| \\ H-C-J \end{array}$$

Festes Acetylendijodid — Flüssiges Acetylendijodid.

Paterno und Peratoner dagegen[1]) glauben nachweisen zu können, dafs das flüssige Produkt kein Dijodacetylen, sondern eine Verbindung $CH_3CO_2CJ{=}CHJ$ ist.

Leitet man Acetylen in eine ätherische Jodlösung beim Erwärmen, so entsteht neben Dijodacetylen auch Tetrajodacetylen, $C_2H_2J_4$ [2]).

Unter besonderen Bedingungen wirkt Jod auf Acetylen nicht nur addierend, sondern auch substituierend ein; so z. B. in geringer Menge, wenn man zu einer wässerigen Lösung von Acetylen Kalihydrat im Überschufs zufügt und Jod in kleinen Portionen einträgt[3]). Diese Reaktion erfolgt namentlich, wenn das Acetylen nicht im freien, sondern in gebundenem Zustande, als Metallsalz, angewendet wird.

So entsteht bei der Einwirkung von Jod in ätherischer Lösung auf Acetylensilber[4]) das Dijodacetylen, $CJ{\equiv}CJ$ [5]), neben wechselnden Mengen von Tetrajodäthylen, $CJ_2{=}CJ_2$.

Diese letztere Verbindung entsteht auch in geringer Ausbeute bei der Einwirkung von Jod-Jodkaliumlösung auf Acetylenkupfer[6]) und, was als natürlich anzusehen ist, durch Einwirkung von Jod auf das Dijodacetylen[7]).

Doch auch aus freiem Acetylen können durch Einwirkung von Jod Substitutionsprodukte erhalten werden, wenn dasselbe in statu nascens dieser Einwirkung unterworfen wird.

So entsteht ein Gemisch von Dijodacetylen und Tetrajodäthylen, wenn man zu einem Gemisch von Baryumcarbid, Benzol und Jod Wasser tropfen läfst[8]). Hierbei erhält man etwa 20 Proz. Ausbeute an diesem Gemisch.

Erheblich günstigere Ausbeuten, 85 bis 90 Proz., erhält man, wenn man in eine Lösung von Jod in Jodkalium Calciumcarbid in kleinen Portionen einträgt[9]). Hierbei verläuft die Reaktion nach folgenden Gleichungen:

$$1.\quad CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2,$$
$$2.\quad C_2H_2 + J_2 = C_2J_2 + 2HJ,$$

oder

$$2a.\quad C_2H_2 + 2J_2 = C_2J_4 + 2HJ,$$
$$3.\quad Ca(OH)_2 + 2HJ = CaJ_2 + 2H_2O.$$

---

[1]) Gazz. chim. ital. 20, 677. — [2]) Berend, Liebigs Ann. 131, 122; Bull. soc. chim. [2] 3, 2871. — [3]) Maquenne, Bull. soc. chim. [3] 7, 777. — [4]) Berend, Liebigs Ann. 135, 257. — [5]) v. Baeyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 18, 2275. — [6]) Homolka u. Stolz, ebenda 18, 2283. — [7]) Maquenne u. Taine, Apotheker-Zeitung 8, 613. — [8]) Maquenne, Bull. soc. chim. [3] 7, 777; 9, 643. — [9]) Stephan Werner, Über die Einwirkung des Jods auf Calciumcarbid, Dissertation, Greifswald 1897.

Es bildet sich also neben dem Dijodacetylen, C_2J_2, resp. dem Tetrajodäthylen, C_2J_4, noch Calciumjodid, CaJ_2.

Um das an Kalk gebundene Jod ebenfalls der Reaktion zugänglich zu machen und auf diese Weise zu verwerten, wird dem Reaktionsgemisch eine warme Lösung von Kaliumjodat in Wasser zugefügt, und, nach dem Abkühlen mit Eis, eine kleine Menge Salzsäure zugegeben, so dafs schwach saure Reaktion eintritt und die Masse sich gelbbräunlich färbt. Sodann wird wieder etwas Calciumcarbid eingetragen, bis Entfärbung eintritt, dann wieder etwas Salzsäure, dann Carbid und so fort, bis auf weiteren Zusatz von Salzsäure keine Gelbfärbung sich zeigt. Auf diese Weise wird fast alles Jod zu der gewünschten Reaktion verwendet [1]).

Das erhaltene Produkt besteht aus Dijodacetylen (farblose Krystalle, widerlicher, reizender Geruch, Schmelzpunkt 78°, sehr leicht flüchtig, leicht löslich in den üblichen Lösungsmitteln) und aus Tetrajodäthylen (citronengelbe Krystalle, Nadeln oder Blättchen, Schmelzpunkt 187°, nicht flüchtig, geruchlos, in den üblichen Lösungsmitteln schwer löslich) und wird in seine Bestandteile durch Umkrystallisieren aus Essigsäure getrennt.

Ein anderes Substitutionsprodukt, das Jodacetylen, $CH\equiv CJ$ (farblose Flüssigkeit, Siedepunkt 29 bis 32°), bildet sich, wenn man Acetylen durch ein Gemisch von 1 Teil Jod und 2 Teilen Jodsäure und etwas absolutem Alkohol leitet [2]).

Von theoretischem Interesse ist es, dafs v. Baeyer [3]) ein stereoisomeres Produkt in Form leicht löslicher, unangenehm riechender Krystalle erhalten hat.

```
C—H           C—H
|||           |||
C—J         J—C
```

Flüssiges Produkt — Festes Produkt.

Einwirkung von Chlor und Jod resp. Brom und Jod.

Gemischte Chlorjod- und Bromjodprodukte können, ebenso wie die Chlorbromprodukte, durch Einwirkung von Jod auf Chlor- resp. Brom-Mono- resp. Diderivate erhalten werden.

So entstehen 1,1-Dichlor-2-Jodäthan, $C_2H_3Cl_2J$ (Flüssigkeit, Siedepunkt 172°, spec. Gew. 2,2187), aus Chloräthylen, C_2H_3Cl, und Chlorjod [4]); 1,1-Chlorjodäthan, CH_3ClJ (Flüssigkeit, Siedepunkt 117 bis 119°, spec. Gew. 2,059), aus Äthylidenjodid, CH_3CHJ_2, aus Chlorjod u. s. w. [5]).

Direkt aus Acetylen werden folgende Produkte erhalten:

---

[1]) Biltz, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 30, 1200; de Chalmot, Am. Chem. Journ. 19, 877. — [2]) Paterno und Peratoner, Gazz. chim. ital. 19, 587. — [3]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 18, 2274. — [4]) Klary, Bull. soc. chim. 42, 260. — [5]) Simpson, Bull. soc. chim. 31, 411.

1,2-Chlorjodäthylen (Flüssigkeit, Siedepunkt 119°, spec. Gew. 2,2298) durch Einleiten von Acetylen in eine Lösung von Chlorjod in 4 bis 5 Vol. Salzsäure [1]) und

1,2-Bromjodäthylen (Flüssigkeit, Siedepunkt 150°, Erstarrungspunkt + 8°, spec. Gew. 2,750, in festem Zustande bei 0°) durch Schütteln von Acetylen mit einer wässerigen Lösung von Bromjod [2]).

Einwirkung von Halogenwasserstoffsäuren.

Im allgemeinen wirken die Halogenwasserstoffsäuren addierend auf das Acetylen, und zwar bildet sich zunächst Halogenäthylen,

$$C_2H_2 + HJ = CH_2CHJ,$$

und sodann, bei weiterer Einwirkung, Dihalogenäthan,

$$C_2H_3J + HJ = C_2H_4J_2.$$

Chlorwasserstoffsäure wirkt auf freies Acetylen nicht ein; dies findet nur statt, wenn das Acetylen sich in nascierendem Zustande befindet. So entsteht in geringen Mengen 1,1-Dichloräthan (Äthylidenchlorid), CH_3CHCl_2 (farblose Flüssigkeit, Siedepunkt 59,9°, spec. Gew. 1,2044), wenn man Acetylenkupfer mit konzentrierter Salzsäure zersetzt [3]).

Bromwasserstoffsäure wirkt auf Acetylen direkt ein; bei 100° bildet sich Bromäthylen, $CH_2{=}CHBr$ [Vinylbromid, Flüssigkeit, Siedepunkt 16°, spec. Gew. 1,5286 [4])].

Intensiver, wenn auch langsam, ist die Einwirkung der Jodwasserstoffsäure.

Bei der Einwirkung von Acetylen auf konzentrierte Jodwasserstoffsäure bildet sich Jodäthylen, $CH_2{=}CHJ$ (Vinyljodid, Flüssigkeit, Siedepunkt 56°, spec. Gew. 2,08). Bei langem Stehen des Reaktionsproduktes oder bei Einwirkung von jodfreier, höchst konzentrierter Jodwasserstoffsäure [5]) bildet sich Äthylidenjodid, CH_3CHJ_2 (Flüssigkeit, Siedepunkt 177 bis 179°, spec. Gew. 2,84).

Einwirkung von Hypohalogeniten.

Die Einwirkung der Hypohalogenite auf Acetylen ist nur wenig studiert worden.

Bei der Einwirkung wässeriger Lösungen von unterchloriger Säure bei 75 bis 80° in besonders konstruierten Apparaten, durch welche ein Auftreten von Explosionen verhindert wird, auf Acetylen

---

[1]) Plimpton, Journ. of chem. soc. 41, 392. — [2]) Derselbe, ebenda 41, 394. — [3]) Sabanejeff, Liebigs Ann. 178, 111. — [4]) Reboul, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1872, 304. — [5]) Berthelot, Liebigs Ann. 132, 122; Semenow, Ztsch. f. Chemie 1865, 725; vergl. auch Krüger und Pückert, Chem. Ind. 1895, 454.

bildet sich in der Hauptmenge Dichloracetaldehyd, $CHCl_2CHO$ (Siedepunkt 85 bis 97°). Die Reaktion verläuft im Sinne der folgenden Gleichung:

$$CH\equiv CH + 2HClO = {Cl \atop Cl}>CH-C{\lessgtr}{O \atop H} + H_2O,$$

ist demnach eine Additionsreaktion.

Nebenbei wird ein Teil des Aldehyds oxydiert und es bildet sich Dichloressigsäure, $CHCl_2CO_2H$ [Siedepunkt 189 bis 191° [1])].

Unterbromige Säure wirkt in einer Konzentration von 3 bis 4 Proz. bei Kühlung auf Acetylen ein und bildet in gleicher Reaktion in einer Ausbeute von 70 Proz. das Monohydrat des Dibromacetylaldehyds, $CBr_2CHO + H_2O$ (Siedepunkt 58 bis 60°). Bei der Destillation des letzteren behufs Trennung der Reaktionsprodukte entsteht noch das krystallinische Dihydrat, $CBr_2CHO + 2H_2O$ (Siedepunkt 97 bis 98,5°), und das wasserfreie Aldehyd, CBr_2CHO (Siedepunkt 139°). Nebenbei bildet sich auch Dibromessigsäure, CBr_2CO_2H (Siedepunkt 44 bis 48°), und in geringer Menge ein Gemisch bromhaltiger Produkte [2]).

Natriumhypochlorit wirkt auf Acetylen schon bei gewöhnlicher Temperatur ein und bildet hierbei neben flüssigen auch flüchtige chlorhaltige Produkte. Diese Reaktion findet zuweilen unter Explosionserscheinung statt [3]). Über die Mengen der gebildeten Produkte giebt folgende Tabelle Aufschlufs.

Einwirkung des Acetylens	Hypochlorit	Gesamtchlor	Alkalität
Vorher	8,2	8,25	44,0
Nachher	4,1	7,2	44,78
Vorher	22,8	20,5	43,6
Nachher	10,2	18,5	44,1

Die Natur dieser Produkte ist nicht erforscht worden. De Chalmot [4]) erhielt beim Zusatz von Brom zu einer wässerigen Lösung von Acetylen in Ätzkali ein selbstentzündliches Öl von sehr unangenehmem Geruch, welches wahrscheinlich Bromacetylen, $CHCBr$, enthielt, und bei Zusatz von Jod zu einer solchen Lösung keine Spur von Äthylentetrajodid, $CHBr_2CHBr_2$, sondern einen weifsen Niederschlag, der aus Benzol in Form weifser, die Schleimhäute stark angreifender Nadeln krystallisiert.

Lösungen von Calciumhypochlorit wirken auf Acetylen in konzentriertem Zustande unter Umständen mit Feuererscheinung ein. Bei

[1]) Wittorf, Journ. der russ. chem.-phys. Ges. 32, 88. — [2]) Derselbe, a. a. O. — [3]) Bladgen, Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 132. — [4]) Amer. Chem. Journ. 19, 877 bis 888.

60° will Wolff[1]) die Bildung von Dichloracetaldehyd (s. o.) beobachtet haben.

Verdünnte Calciumhypochloritlösungen wirken auf Acetylen nach Bladgen[2]) nur sehr wenig ein, Chlorkalk selbst nur, wenn er hochprozentig ist resp. wenn das Acetylen erwärmt wird[3]), während er im kalten Zustande nicht einwirken soll[4]).

Diese geringe Einwirkung von Chlorkalk ist von Bedeutung für die technische Verwendung desselben als Reinigungsmittel[5]).

Addition und Einwirkung von Wasser.

In gleicher Weise, wie gegenüber den Halogenen u. s. w., äufsert sich die additionelle Wirkung des Acetylens auch Wasser gegenüber. Die allgemeine Reaktion verläuft nach der Gleichung

$$CH{\equiv}CH + HOH = CH_2{=}CH(OH),$$

d. h. es bildet sich Vinylalkohol. Dieses jedoch verbindet sich, wie allgemein die ungesättigten Alkohole $C_nH_{2n}O$ reagieren, mit noch einem Molekül Wasser zu dem entsprechenden Glykol:

$$CH_2{=}CH(OH) + H_2O = CH_3CH{<}^{OH}_{OH},$$

das wiederum unter Wasserabspaltung Acetaldehyd bildet[6]):

$$CH_3CH{<}^{OH}_{OH} = CH_3CHO + H_2O.$$

Die Addition von Wasser an Acetylen ergiebt demnach in erster Reihe Acetaldehyd. Diese Reaktion ist von technischer Wichtigkeit, denn Acetaldehyd ist das erste Oxydationsprodukt des Äthylalkohols, und kann in dasselbe durch Reduktion leicht verwandelt werden:

$$CH_3CHO + H_2 = CH_3CH_2(OH),$$

so dafs hiermit ein Weg gegeben ist, um aus Acetylen Spiritus darzustellen. — Die direkte Vereinigung von Acetylen mit Wasser erfolgt, wenn man Acetylen in frisch geglühter Holzkohle sich verdichten läfst und dann dieselbe mit Wasser in zugeschmolzenem Rohr bei einer 300° übersteigenden Temperatur erhitzt. Im Reaktionswasser ist Aldehyd nachweisbar[7]). Die Ausbeuten sind sehr gering. — Wichtiger ist die Bildung des Aldehyds aus den Metallsalzen des Acetylens.

Im Jahre 1881 hatte Kutscheroff[8]) die Quecksilbersalze der Kohlenwasserstoffe der Acetylenreihe untersucht und hierbei folgendes gefunden: Leitet man einen solchen Kohlenwasserstoff in eine Queck-

---

[1]) Journ. f. Gasbel. **42**, 744. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **3**, 132. — [3]) Wolff, a. a. O. — [4]) Bladgen, a. a. O. — [5]) Vergl. weiter unten „Reinigung des Acetylens". — [6]) Eltekow, Journ. d. russ. chem.-phys. Ges. **9**, 235. — [7]) Deprez, Bull. soc. chim. **11**, 362. — [8]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **14**, 1590.

silberhalogenlösung, so erhält man unter Freiwerden von Halogenwasserstoffsäure einen weifsen Niederschlag von der empirischen Zusammensetzung 3 Quecksilberhalogenit, 3 Quecksilberoxyd, 2 Kohlenwasserstoff. So bildet sich z. B. beim Einleiten von Acetylen in eine Quecksilberbromidlösung die Verbindung:

$$3\,HgBr_2 . 3\,HgO . 2\,C_2H_2.$$

Diese Verbindung wird durch Säuren zersetzt, bildet jedoch hierbei nicht Acetylen, sondern sein Wasseranlagerungsprodukt, Acetaldehyd.

Aldehyd entsteht auch, wenn man Acetylen in eine Sublimatlösung leitet und den entstandenen weifsen Niederschlag mit Salzsäure auf dem Wasserbade erwärmt [1]).

Aus neueren, weiter unten beschriebenen Untersuchungen folgt, dafs die oben erwähnten Einwirkungsprodukte von Acetylen auf Quecksilberhalogenlösungen der Formel $C_2(HgCl)_2$ entsprechen. Eine ähnlich konstituierte, jedoch 1 Mol. Wasser enthaltende Verbindung entsteht auch, wenn man Acetylen in eine schwach saure Lösung von Quecksilbernitrat leitet. Diese Verbindung, $C_2Hg_2NO_4H_2$, giebt beim Kochen mit Säuren ebenfalls Aldehyd [2]).

Über die Bildung von Wasseradditionsprodukten bei der Einwirkung von Acetylen auf Quecksilbersalze ist an anderer Stelle berichtet [3]).

Auch durch Einwirkung von Schwefelsäure läfst sich eine Wasseraddition und Bildung von Acetaldehyd bewirken [4]).

Leitet man Acetylen in konzentrierte Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,35, so wird dasselbe langsam, unter Bildung einer Sulfosäure, absorbiert [5]). Verdünnt man das erhaltene Produkt mit Wasser und destilliert dasselbe, so erhält man im Destillat der Hauptmenge nach Acetaldehyd, und durch Kondensation desselben α-Crotonaldehyd [obstartig riechende Flüssigkeit, Siedepunkt 101 bis 105°, spec. Gew. 1,033 [6])]:

$$C_2H_2 + H_2O = CH_3CHO.$$
$$2\,CH_3CHO - CH_3CH = CH.CHO.$$

Wenn man Acetylen durch eine heifse Mischung von 1 Vol. Wasser mit 2 Vol. Schwefelsäure leitet, so bildet sich Crotonaldehyd; mischt man 3 Vol. Schwefelsäure mit 7 Vol. Wasser, dann bildet sich Acetaldehyd; setzt man etwas Quecksilberoxyd zu der Mischung, so gestaltet sich die kontinuierliche Bildung von Acetaldehyd noch günstiger [7]); ähnliche Ausbeuten erhält man, wenn man an Stelle von Schwefelsäure Phosphorsäure verwendet [8]).

---

[1]) Krüger und Pückert, Chem. Ind. 1895, 454. — [2]) Erdmann und Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 48. — [3]) Vergl. S. 190. — [4]) Vergl. Béhal, Ann. Chim. Phys. [6] 15, 268; 16, 376. — [5]) Zeisel, Liebigs Ann. 191, 372. — [6]) Lagermark und Eltekow, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 10, 687; Journ. der russ. chem.-phys. Ges. 11, 74; Zeisel, a. a. O. — [7]) Erdmann, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 188. — [8]) Derselbe, a. a. O.

Bei der Einwirkung von Acetylen auf gewöhnliche Schwefelsäure oder 1 Mol. Schwefelsäure und 1 Mol. Wasser erhält man, je nach den Versuchsbedingungen, Crotonaldehyd oder Glykolsäure [1]).

Das primäre Einwirkungsprodukt des Acetylens auf Schwefelsäure ist, wie schon oben bemerkt wurde, eine Sulfosäure und zwar wahrscheinlich die Acetaldehydsulfosäure.

Wendet man rauchende Schwefelsäure mit 50 Proz. Anhydritgehalt an, so entstehen weitere Einwirkungsprodukte.

In der Hauptmenge bildet sich Acetaldehyddisulfosäure,

$$CH(HSO_3)_2CHO,$$

welche sich durch ein schwer lösliches Kaliumsalz auszeichnet, sodann aber die Spaltungsprodukte derselben, nämlich die Methionsäure (Methandisulfosäure), $CH_2(SO_3H)_2$, und Ameisensäure, HCO_2H. — Aufserdem befinden sich in der Reaktionsmasse noch Sulfate der Acetaldehyddisulfosäure.

Es ist deshalb anzunehmen, dafs unter diesen Umständen die Einwirkung von Schwefelsäure auf Acetylen so verläuft, dafs zunächst aus Acetylen durch Anlagerung von 2 Mol. Pyroschwefelsäure ein Disulfat der Acetaldehyddisulfosäure sich bildet:

$$CH{\equiv}CH + 2\,HO_3S.O.SO_3H = \begin{matrix}HSO_3\\HSO_3\end{matrix}{>}CH{-}CH{<}\begin{matrix}OSO_3H\\OSO_3H\end{matrix}.$$

Dieses wird durch überschüssige Säure unter Bildung von Methionsäure zerlegt,

$$\begin{matrix}SO_3H\\SO_3H\end{matrix}{>}CH{-}CH{<}\begin{matrix}OSO_3H\\OSO_3H\end{matrix} = \begin{matrix}HSO_3\\HSO_3\end{matrix}{>}CH_2 + CO + H_2SO_4 + SO_3,$$

während beim Verdünnen mit Wasser unter Abspaltung von Schwefelsäure Acetaldehyddisulfosäure entsteht.

$$\begin{matrix}SO_3H\\SO_3H\end{matrix}{>}CH.CH{<}\begin{matrix}OSO_3H\\OSO_3H\end{matrix} + H_2O = \begin{matrix}HO_3S\\HO_3S\end{matrix}{>}CH\,.\,CHO + 2\,H_2SO_4.$$

Wird ein Teil des Disulfats nicht völlig gespalten, so bilden sich die Sulfate der Formel [2]):

$$(SO_3H)_2CH.CH{<}\begin{matrix}OSO_2.O\\OH\,.\,HO\end{matrix}{>}CH\,.\,CH{<}\begin{matrix}HSO_3\\HSO_3\end{matrix}$$

und

$$(HSO_3)_2CH.CH{<}\begin{matrix}OSO_3H\\OH\end{matrix}.$$

Wird Acetylen 18 Stunden lang durch eine Schwefelsäure mit 30 Proz. Anhydritgehalt geleitet, so erhält man, aufser der das schwer lösliche Kaliumsalz bildenden Acetaldehydsulfosäure (s. o.) noch eine

[1]) Berthelot, Compt. rend. 128, 338. — [2]) Schröter, Liebigs Ann. 303, 114; Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 2189.

Säure, die ein amorphes Kaliumsalz bildet, und die eine Triacetylentetrasulfonsäure, $(C_2H_3)_3(SO_4H_2)_4$, ist. Diese Verbindung hat die Konstitution

$$C_2H_2(SO_4H_2)[C_2H_2(SO_4H_2)(C_2H_2 . SO_4H_2 . SO_4H_2)].$$

Das Kaliumsalz dieser Säure liefert beim Schmelzen mit Ätzkali in ziemlich guten Ausbeuten Phenol, $C_6H_5(OH)$.

Diese Reaktion ist aus dem Grunde wichtig, weil durch dieselbe ein Übergang der Verbindungen der aliphatischen Reihe in diejenige der cyklischen (aromatischen) Reihe festgestellt ist [1]).

Leitet man Acetylen durch eine 80prozentige rauchende Schwefelsäure, so wird, unter starkem Erwärmen, dieses Gas glatt absorbiert und es bildet sich in guter Ausbeute das Endprodukt der Einwirkung von Acetylen auf Schwefelsäure, die Methionsäure [2]). Eine Anlagerung von Wasser findet auch bei Einwirkung schwach oxydierender Mittel statt (s. u.).

Die additionelle Fähigkeit des Acetylens äufsert sich auch darin, dafs es mit Wasser komplexe Verbindungen zu bilden vermag. Dieselben sind nur bei hohem Druck beständig und zerfallen bei gewöhnlichem Druck. Ein solches Hydrat entsteht bei niederer Temperatur unter einem Druck von 20 Atm. in Form regulärer Krystalle und hat die Zusammensetzung $C_2H_2 . 6\,H_2O$ [3]).

Nicht nur mit Wasser allein, sondern auch mit Wasser und Halogenverbindungen verschiedenster Art vermag Acetylen solche komplexen Verbindungen zu bilden.

Unterwirft man ein Gemisch von Acetylen und Kohlenstofftetrachlorid mit wenig Wasser in der Cailletetschen Röhre einem Drucke von 20 Atm. bei 0°, so entsteht eine krystallinische Verbindung, welche sich bei ungefährem Atmosphärendruck oberhalb 5° unter Glüherscheinung zersetzt. Diese Erscheinung zeigt weder das Hydrat von Acetylen, noch eine Verbindung von Acetylen mit Kohlenstofftetrachlorid, es mufs deshalb ein gemischtes Hydrat vorliegen.

Leitet man Acetylen in Kohlenstofftetrachlorid, in welchem sich Eisstückchen befinden, bei 0°, so bildet sich ein gemischtes Hydrat mit CCl_4 in Form weifser Krusten. Unter denselben Bedingungen bilden sich gemischte Hydrate mit Chloroform, $CHCl_3$, Äthylendichlorid, $C_2H_4Cl_2$, Jodmethyl, CH_3J, Bromoform, $CHBr_3$, Methylchlorid, CH_3Cl, Methylchloroform, $C(CH_3)Cl_3$, Methylendijodid, CH_2J_2, und Perbromid des Vinylbromids, $C_2H_3Br{-}Br_2$.

In allen Fällen zersetzen sich diese Körper unter Entbindung von Acetylen [4]).

---

[1]) Berthelot, Compt. rend. **127**, 908; **128**, 333 bis 337. — [2]) Muthmann, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **31**, 1880. Vergl. auch Schröter in Richter-Anschütz, Lehrb. d. anorg. Chem. (1897), **1**, 216. — [3]) Villard, Bull. soc. chim. (3) **13**, 998; Ann. Chim. Phys. (7) **11**, 360. — [4]) de Forcrand und Sully Thomas, Compt. rend. **125**, 109.

Oxydation von Acetylen.

Die Oxydation von Acetylen durch chemische Agenzien verläuft in verschiedenen Richtungen. Zum Teil entstehen hierbei direkte Oxydationsprodukte, zum Teil erfolgt gleichzeitige Wasseranlagerung.

Schüttelt man eine stark alkalische, wässerige Lösung von Kaliumpermanganat mit Acetylen, so enthält das Filtrat die Kaliumsalze der Oxalsäure, Ameisensäure und Kohlensäure [1]). Von diesen kann Oxalsäure als direktes Oxydationsprodukt angesehen werden.

$$C_2H_2 + O_4 = C_2H_2O_4.$$

Die Reaktion geht momentan vor sich [2]).

Mit Chromsäurelösung giebt Acetylen je nach Konzentration der Lösung Ameisensäure und Kohlensäure oder Essigsäure [3]).

Bei der Einwirkung von Chromsäure erfolgt gleichzeitige Oxydation und Wasseraddition.

$$\begin{matrix} CH \\ \vdots \\ CH \end{matrix} + HOH = \begin{matrix} CHO \\ | \\ CH_3 \end{matrix} .$$

$$\begin{matrix} CHO \\ | \\ CH_3 \end{matrix} + O = \begin{matrix} COOH \\ | \\ CH_3 \end{matrix} .$$

Verdünnte Chromsäure in Kieselgur aufgesaugt wirkt auf Acetylen bei gewöhnlicher Temperatur nicht ein [4]).

Eine analoge Reaktion, wie mit Chromsäure, findet bei der Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd statt. Leitet man Acetylen in eine Lösung von Wasserstoffsuperoxyd bei 50 bis 70° unter Zusatz einer geringen Menge Eisensulfat, bis kein Superoxyd mehr nachgewiesen werden kann, so erhält man als Reaktionsprodukte Essigsäure, Acetaldehyd und Alkohol. Die Mengenverhältnisse derselben bei Anwendung von 50 ccm Wasserstoffsuperoxydlösung sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Versuch	Proz. H_2O_2	Essigsäure	Acetaldehyd	Alkohol
1	0,50	0,24	0,0009	0,0025
2	1,57	0,60	0,0014	0,0010
3	2,81	1,10	0,0015	0,0015
4	4,38	1,26	0,0049	0,0093
5	6,59	1,71	0,0016	0,0118
6	8,72	2,01	0,0010	0,0109
7	11,54	2,28	0,0004	0,0123

[1]) Berthelot, Compt. rend. 64, 34. — [2]) V. Meyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 30, 1839. — [3]) Berthelot, Bull. soc. chim. (2) 13, 193; Baschieri, Atti R. Accad. dei Linc. Roma (5) 9, 391. — [4]) Ullmann und Goldberg, Journ. f. Gasbel. 1899, 164.

Die Anwesenheit von Acetaldehyd beweist, dafs die Reaktion im Sinne der oben angegebenen Gleichungen verläuft; die gleichzeitige Anwesenheit von Alkohol scheint darauf zu deuten, dafs das Wasserstoffsuperoxyd auch in der Form $H_2 . O_2$ reagiert[1]).

Bergmann[2]) will gefunden haben, dafs beim Erhitzen von Acetylen und Wasserstoffsuperoxyd in Lösung unter Druck eine totale Zersetzung des Acetylens nach der Gleichung

$$C_2H_2 + H_2O_2 = C_2 + 2\,H_2O$$

vor sich geht, und dafs der Kohlenstoff sich hierbei als Graphit abscheidet.

Die Angaben von Bergmann haben sich als nicht richtig erwiesen[3]).

Bei der Einwirkung von Salpetersäure (spec. Gew. 1,52) auf Acetylen entstehen saure Produkte, darunter neben Kohlensäure Nitroform, $CH(NO_2)_3$, und höhere, kompliziertere Säuren, die zum Teil aus Benzol in hellgelben Krystallen vom Schmelzpunkte 145 bis 150° gewonnen werden können, zum Teil aber dabei sich unter Blausäure-Entwickelung zersetzen.

Gleichzeitig entstehen neutrale Oxydationsprodukte, ein gelbes, bei 92° siedendes, wasserunlösliches Oel und eine weifse, in Nadeln krystallisierende, bei 116 bis 120° schmelzende Verbindung von der Zusammensetzung $C_6H_4N_4O_3$, unbekannter Konstitution[4]).

Von besonderem Interesse sind die Vorgänge, die sich bei der elektrolytischen Oxydation von Acetylen abspielen. Elektrolysiert man Kalilauge und leitet an der Anode Acetylen vorüber, so erhält man bei einer gewissen Spannung (1,35 Volt), innerhalb welcher wohl eine Einwirkung auf das Acetylen stattfindet, nicht aber eine Zersetzung der entstehenden Produkte, auf den angewendeten elektrischen Strom berechnet, in fast quantitativer Ausbeute Ameisensäure, HCOOH.

Elektrolysiert man dagegen Schwefelsäure und verfährt in gleicher Weise, so erhält man bei einer Spannung von 1,60 Volt in quantitativer Ausbeute Essigsäure. Hierbei findet aber nicht eine direkte Oxydation des Acetylens statt, sondern es bildet sich zunächst beim Einleiten von Acetylen in Schwefelsäure Aldehyd und dieser wird zu Essigsäure oxydiert[5]).

Sauerstoff rein oder im Gemenge mit anderen Gasen (Luft) wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf Acetylen nicht ein. Nur wenn man eine wässerige Lösung von Acetylen alkalisch macht und Luft einleitet, bildet sich in geringen Mengen Essigsäure[6]). Beim Einleiten von Ozon in eine wässerige Acetylenlösung bildet sich Ameisensäure[7]).

---

[1]) Cross, Bevan und Heiberg, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **33**, 2015. — [2]) D. R.-P. Nr. 96427. — [3]) Caro, Originalbericht. — [4]) Baschieri, Atti R. Accad. dei Linc. Roma (5) **9**, 393. — [5]) Coehn, Ztsch. f. Elektrochemie **7**, 681. — [6]) Berthelot, Bull. soc. chim. **14**, 113. — [7]) Mailfert, Compt. rend. **94**, 860.

Erwärmt man dagegen ein Gemenge von Acetylen mit Sauerstoff oder mit Luft, so findet je nach den angewendeten Mischungsverhältnissen eine partielle oder lokale Verbrennung statt und zwar als eine stille Vereinigung oder als Explosion.

Leitet man z. B. ein Knallgasgemisch, bestehend aus 1 Vol. Acetylen und 3 Vol. Sauerstoff in ein U-Rohr bei einer Temperatur von 450 bis 550°, so tritt eine Vereinigung ein, jedoch nicht immer unter sichtbarer Explosion; leitet man dagegen ein solches Gemisch in ein breites Gefäfs, so tritt bei 515° Explosion ein [1]).

Läfst man ein Acetylen-Luft-Gemisch über erhitzte Metalle (Eisen, Platin, Palladium) streichen, so tritt Explosion ein, wobei die Metalle weifsglühend werden [2]).

Ähnliche Vorgänge finden statt, wenn man ein Acetylen-Sauerstoff- oder Acetylen-Luft-Gemisch der Einwirkung von elektrischen Funken von Initialzündstoffen unterwirft.

Die Produkte der hierbei vor sich gehenden Reaktion sind je nach den Reaktionsbedingungen: Kohlenstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Wasserstoff, Wasser (-dampf), höhere Kohlenwasserstoffe u. s. w.

Luftgemische, welche weniger als 7,74 Proz. Acetylen enthalten, verbrennen zu Kohlensäure und Wasser; steigt der Acetylengehalt bis auf 17,37 Proz., so finden sich in den Verbrennungsprodukten Kohlensäure, Kohlenoxyd, Wasser und Wasserstoff; bei höherem Acetylengehalt tritt freier Kohlenstoff auf und Acetylen bleibt übrig [3]).

Mit einem gleichen Volumen Sauerstoff gemischt giebt Acetylen beim Verbrennen nur Kohlenoxyd und Wasserstoff [4]).

Beim Verbrennen von Acetylen in Brennern werden nicht die geringsten Spuren brennbarer kohlenstoffhaltiger Gase erhalten [5]). Über die Natur und die Mengen der Verbrennungsprodukte, welche entstehen, wenn Acetylen mit Luft gemischt bei 3 Atm. Anfangsdruck zur Explosion gebracht wird, giebt nachstehende Tabelle Aufschlufs [6]):

Acetylen: Luft	Bestandteile in Volumprozenten					Summa
	CO_2	CO	O	N	H_2O (Dampf)	
1 : 11,7	13,0	3,2	0,0	79,0	6,5	101,7
1 : 12,3	15,1	0,0	0,0	78,0	8,2	101,3
1 : 14,5	12,4	0,0	2,5	78,9	6,2	100,0
1 : 16	11,8	0,0	4,2	79,0	5,9	100,9
1 : 17,5	10,0	0,0	5,1	79,6	5,0	99,7
1 : 21	8,6	0,0	8,1	78,9	4,3	99,9
1 : 22	9,0	0,0	8,6	79,0	4,5	101,1
1 : 30	6,8	0,0	12,0	78,5	3,4	100,7

[1]) V. Meyer und Münch, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 26, 2430. — [2]) Bellamy, Compt. rend. 100, 1460. — [3]) Le Chatelier, ebenda 121, 1144 bis 1147. — [4]) Derselbe, ebenda. — [5]) Gréhant, ebenda 122, 832. — [6]) Grover, Über Druck und Explosionskraft von Acetylenluftmischungen, Broschüre bei Jowett & Sowry, Leeds 1898.

Hierbei ist aber als „Kohlensäure“ alles in Alkali lösliche Gas bezeichnet, denn die bei solcher Reaktion sich stets bildende Blausäure ist nicht berücksichtigt [1]).

Eine teilweise Oxydation von Acetylen unter Abscheidung von Kohlenstoff findet statt, wenn man dasselbe über Metalloxyde, z. B. Eisenoxyd, leitet [2]).

Dieselbe Erscheinung findet statt, wenn man Acetylen im Gemische mit Kohlenoxyd, Kohlensäure oder diese Verbindungen enthaltenden Gasen und Dämpfen durch erhitzte Röhren leitet oder unter Druck entzündet. Unter diesen Umständen reagieren die Gase aufeinander nach den Gleichungen [3]):

$$C_2H_2 + CO = H_2O + 3\,C$$
$$2\,C_2H_2 + CO_2 = 2\,H_2O + 5\,C$$
$$C_2H_2 + 3\,CO = H_2O + CO_2 + 4\,C$$
$$C_2H_2 + 3\,CO_2 = H_2O + CO + 2\,C.$$

Bildung von Metallsubstitutionsprodukten aus Acetylen.

Das Acetylen besitzt den Charakter einer schwachen Säure. Dieses äufsert sich nicht nur in dem elektrochemischen Verhalten von Acetylenlösungen [4]), sondern auch darin, dafs die beiden Wasserstoffatome des Acetylens durch Metalle ersetzbar sind. Diese Substitution durch Metalle erfolgt sowohl bei der direkten Einwirkung von Metall auf Acetylen, als auch durch Einwirkung von Acetylen auf Metallsalzlösungen, namentlich solche der Schwermetalle.

Die erhaltenen Verbindungen entsprechen zumeist dem Typus $M''C_2$. Diese Verbindungen besitzen jedoch, ähnlich dem freien Acetylen, starke additionelle Eigenschaften und es entstehen bei weiterer Einwirkung von Metallsalzen eine Reihe von Doppelverbindungen der mannigfachsten Zusammensetzung.

1. Einwirkung des Acetylens auf Alkalimetalle und deren Verbindungen.

Die Acetylenide der Alkalimetalle entstehen hauptsächlich bei der Einwirkung von Acetylen auf freie Metalle. Hierbei verläuft die Reaktion in zwei Phasen: Zuerst bildet sich ein Monosubstitutionsprodukt der Formel $M'C \equiv CH$ und dann erst ein Disubstitutionsprodukt.

---

[1]) Über die explosive Wirkung von Acetylen-Luft- (Sauerstoff-) Gemischen vergl. „Physik des Acetylens“, S. 146. — [2]) Vergl. Abhandlung über Herstellung schwarzer Thone für keramische Zwecke, Moniteur de la céramique 1900, 46. — [3]) Frank, D. R.-P. Nr. 112416; nach Arbeiten desselben mit Caro. — [4]) Vergl. „Physik des Acetylens“, S. 138.

a) Natriumverbindungen.

Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck wirkt Natriummetall auf Acetylen nicht ein. Unter Druck oder bei schwacher Erwärmung auf 50 bis 70° tritt eine Reaktion im Sinne der Gleichung

$$C_2H_2 + Na = C_2HNa + H$$

ein [1].

Dieselbe Reaktion findet statt, wenn man Acetylen über geschmolzenes Natriummetall, jedoch bei einer 190° nicht übersteigenden Temperatur, leitet [2]. Das erhaltene Produkt bildet ein etwas gelblich gefärbtes Pulver, das beim Erwärmen auf höhere, 190° übersteigende Temperatur, unter teilweiser Zersetzung in Acetylen und die Verbindung C_2Na_2 zerfällt (Moissan, Matignon, Berthelot).

Daraus folgt, dafs der Verbindung C_2NaH wahrscheinlich die Strukturformel $C_2Na_2 . C_2H_2$ zukommt.

Eine Substanz von ähnlicher Zusammensetzung wird in Form zerfliefslicher, rhombischer Blättchen vom spec. Gew. 0,899, beim Überleiten von Acetylen über Natriumammonium erhalten. Die Reaktion verläuft hierbei nach der Gleichung

$$3\,C_2H_2 + 2\,NaNH_3 = C_2Na_2 . C_2H_2 + 2\,NH_3 + C_2H_4.$$

Das entstandene Produkt zeigt alle Eigenschaften der von Matignon erhaltenen Verbindung und giebt in Benzollösung mit Jod das Acetylendinatrium, C_2Na_2, jedoch kein Jodnatrium [3]).

Das Acetylendinatrium, C_2Na_2, wird erhalten, wie oben erwähnt wurde, durch Zersetzung der Verbindung $C_2Na_2 . C_2H_2$ und auch bei direkter Einwirkung von Acetylen auf Natriummetall bei einer Temperatur von 210 bis 220° [4]). Das Acetylendinatrium bildet ein weifses, in allen Lösungsmitteln unlösliches Pulver vom spec. Gew. 1,575, welches vom Wasser mit heftiger Reaktion unter Bildung von Acetylen und Natriumhydroxyd,

$$C_2Na_2 + 2\,H_2O = C_2H_2 + 2\,NaOH,$$

zersetzt wird und auch sonst äufserst reaktionsfähig ist. Bei Rotglut zersetzt es sich in seine Komponenten C und Na unter teilweiser Bildung höherer Kohlenwasserstoffe (Moissan).

b) Kaliumverbindungen.

In analoger Weise, wie die entsprechenden Natriumverbindungen, entstehen auch diejenigen des Kaliums.

Acetylen wirkt auf Kaliummetall in geringem Mafse schon in der

---

[1]) Moissan, Compt. rend. **126**, 302. — [2]) Matignon, ebenda **129**, 775; vergl. auch Berthelot, Bull. soc. chim. [2] **5**, 188. — [3]) Moissan, Compt. rend. **127**, 911. — [4]) Matignon, ebenda **124**, 775; de Forcrand, Bull. soc. chim. [3] **13**, 993; vergl. auch Berthelot, ebenda [2] **5**, 188.

Kälte ein, indem die Verbindung $C_2K_2 . C_2H_2$ entsteht [1]). Bei schwachem Erwärmen geht die Reaktion erheblich rascher vor sich [2]). Dieselbe Verbindung entsteht in Form borsäureähnlicher Krystalle bei der Einwirkung von Acetylen auf Kaliumammonium [3]).

Erhitzt man diese Verbindung auf etwa 160°, so entsteht eine schwarze Masse, die mit Wasser unter heftiger Reaktion Acetylen entwickelt und wahrscheinlich ein mit Kohle verunreinigtes Acetylendikalium, C_2K_2, ist.

c) Lithiumverbindungen.

Durch direkte Einwirkung von Acetylen auf Lithiumsalze wird das Carbid, $Li_2C_2 . C_2H_2$, erhalten, wenn man Acetylen über Lithiumammonium leitet [4]). Diese Verbindung addiert Ammoniak und bildet hierbei Lithiumcarbidammoniakacetylen, $C_2Li_2 . C_2H_2 . (NH_3)_2$, welches sich an der Luft und im Wasserstoffstrome leicht unter Bildung von normalem Lithiumcarbid, Li_2C_2, zersetzt. Das letztere ist identisch mit dem auf gewöhnlichem Wege durch Erhitzen von Lithiumcarbonat und Kohle [5]) und durch Erhitzen von Lithium und Kohle [6]) erhaltenen Produkt.

d) Sonstige Alkaliverbindungen.

Sonstige Alkaliverbindungen des Acetylens sind durch Substitution desselben nicht erhalten worden. Bei der Einwirkung von Rubidium auf Acetylen entstand ein stark mit Kohle verunreinigtes Produkt, das mit Wasser Acetylen entwickelte [7]).

2. Einwirkung von Acetylen auf Erdalkalimetalle und deren Salze.

Während die Carbide der alkalischen Erden, namentlich das Calciumcarbid, die eigentliche Grundlage der Acetylenindustrie bilden, sind die Einwirkungen des Acetylens auf die freien Erdalkalimetalle bis jetzt nicht studiert worden.

Es ist nur bekannt, dafs bei der Einwirkung von Acetylen auf Calciumammonium und Gegenwart von Ammoniak eine Calciumcarbidammoniakacetylenverbindung der mutmafslichen Formel $C_2Ca . C_2H_2 . (NH_3)_4$ entsteht, welche prismatische, durchsichtige Krystalle bildet. Dieselben zersetzen sich leicht an der Luft unter Bildung von Ammoniak, Acetylen und Calciumcarbid (CaC_2).

Über das technisch wichtige Calciumcarbid ist ausführlich im besonderen Kapitel berichtet [8]).

---

[1]) Moissan, Compt. rend. 126, 302. — [2]) Berthelot, Bull. soc. chim. [2] 5, 188. — [3]) Moissan, Compt. rend. 127, 914. — [4]) Derselbe, ebenda 127, 915. — [5]) Derselbe, ebenda 122, 362. — [6]) Guntz, ebenda 126, 1866. — [7]) Erdmann und Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 50. — [8]) Vergl. S. 14 bis 23.

3. Einwirkung des Acetylens auf Kupfer und Kupfersalze.

Eine charakteristische Eigenschaft des Acetylens, welche es gemeinsam mit allen Verbindungen hat, bei denen zwei Kohlenstoffatome durch dreifache Bindung vereinigt sind, ist, in Lösung vieler Schwermetallsalze, namentlich derjenigen von Kupfer, Silber und Quecksilber, Niederschläge zumeist explosiver Verbindungen zu bilden.

Leitet man Acetylen in eine ammoniakalische Lösung von Kupferchlorür, so erhält man einen bräunlichroten, amorphen Niederschlag [1]). Dieser Niederschlag, der auch bei geringsten Mengen Acetylen entsteht und zwar derart quantitativ, dafs seine Bildung zur Trennung von Kupfer von anderen Schwermetallen vermittels Acetylen benutzt wird [2]), hat die Zusammensetzung C_2Cu_2 [3]), ist deshalb normales Cuproacetylid. Das so erhaltene Carbid explodiert sowohl beim Erhitzen als auch im trockenen Zustande durch Schlag. Es absorbiert im trockenen Zustande scheinbar Acetylen, wobei eine so starke Wärmeentwickelung stattfindet, dafs Explosion erfolgt [4]). In reinem Zustande kann es bei einer Temperatur von 60° getrocknet werden, ohne dafs es explodiert [5]), wird es aber der Einwirkung von Luft ausgesetzt, so tritt schon unterhalb dieser Temperatur Explosion ein. Es kann angenommen werden, dafs sich hierbei aus dem Kupferacetylid, wenn auch nur in geringer Menge, durch Oxydation das viel explosivere Diacetylenkupfer bildet [6]), denn es ist kurz vor der Explosion das Auftreten von Wasserdämpfen beobachtet worden.

In Übereinstimmung hiermit steht auch das oben [7]) erwähnte Verhalten des Kupferacetylids gegen Säuren [8]), wonach bei der Einwirkung von Salzsäure auf Kupferacetylid sich Acetylen entwickelt, welches beim Stehen Kohlenstoff ablagert und mit Chlor auch im Dunkeln explodiert, und die Beobachtung, dafs Cuproacetylid beim Liegen sich verändert [9]).

Eine ähnliche Oxydation zu Diacetylenkupfer, $C{\equiv}C\,.\,C{\equiv}C$ (beide äußeren C an Cu gebunden), findet

Cu

auch bei der Einwirkung von Kupferchlorid scheinbar statt [10]).

Nach Analogie der Bildung der Silbersalze ist anzunehmen, dafs die Verbindung C_2Cu_2 das Endprodukt der Einwirkung von Acetylen auf ammoniakalische Kupfersalze ist, und dafs intermediär komplexe Verbindungen anderer Art entstehen; eine solche intermediäre Verbin-

---

[1]) Berthelot, Ann. Chim. Phys. [4] 9, 385; Blochmann, Liebigs Ann. 173, 174. — [2]) Söderbaum, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 30, 902. — [3]) Keiser, Americ. Chem. Journ. 14, 285; vergl. auch Berthelot, Blochmann, a. a. O. und Reboul, Compt. rend. 54, 1229, welche der Verbindung eine andere Formel, nämlich $(C_2Cu_2H)O$ resp. $C_2H_2Cu_2O$ resp. C_2CuH, zuschrieben. — [4]) Freund und May, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 285. — [5]) May, Journ. f. Gasbel. 41, 683. — [6]) Freund und May, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 286. — [7]) S. 168. — [8]) Römer, Liebigs Ann. 233, 183. — [9]) Liubawin, Journ. d. russ. chem.-phys. Ges. 17, 252. — [10]) Noyes und Tucker, Americ. Chem. Journ. 19, 125.

dung erhält man, wenn man Acetylen auf eine Lösung von Kupferjodür in Jodkalium einwirken läfst. Es entsteht hierbei eine zinnoberrote Verbindung der Zusammensetzung $C_2Cu_2 . 2\,CuJ$[1]).

Doppelverbindungen von Acetylen mit Kupfersalzen entstehen, wenn man Acetylen auf Kupfersalze in saurer Lösung einwirken läfst.

Leitet man Acetylen in eine Lösung von Kupferchlorür in Salzsäure oder in eine wässerige oder alkoholische Lösung von Kupferchlorid in Gegenwart von Kupfer, so erhält man farblose, orthorombische Krystalle der Zusammensetzung $C_2H_2 . Cu_2Cl_2$. Dieselben werden an feuchter und trockener Luft unter Einwirkung von Kohlensäure und Stickstoff zersetzt[2]). Durch Wasser wird die Verbindung gespalten unter Bildung von Acetylen und einer Doppelverbindung $C_2H_2Cu_2Cl_2 . Cu_2O$ nach der Gleichung

$$2\,(C_2H_2 . Cu_2Cl_2) + H_2O = C_2H_2 . Cu_2Cl_2 . Cu_2O + C_2H_2 + 2\,HCl.$$

Dieselbe bildet einen purpurvioletten amorphen resp. krystallinischen Niederschlag[3]).

Leitet man Acetylen in eine Lösung von Kupferchlorür in Chlorkaliumlösung, so erhält man einen gelben, krystallinischen resp. einen amorphen, purpurvioletten Niederschlag. Bei längerem Einleiten des Acetylens bilden sich noch farblose, voluminöse Krystalle. Die purpurviolette Verbindung ist die oben beschriebene der Formel $C_2H_2 . Cu_2Cl_2 . Cu_2O$; die gelbe eine Doppelverbindung der Formel $C_2H_2[(Cu_2Cl_2)_2KCl]_2$ und die farblose eine Doppelverbindung der Formel $C_2H_2(Cu_2Cl_2)_2KCl$. Die gelbe Verbindung bildet sich aus der farblosen, wenn man derselben Acetylen entzieht, sei es durch Überleiten von Kohlensäure oder durch Waschen mit Alkohol und Äther, oder durch Einwirkung von saurer Kupferchlorürlösung. Andererseits lassen sich die gelben Krystalle in die farblose Verbindung umwandeln, wenn man sie in Wasser suspendiert und durch die Suspension Acetylen leitet. Die Bildung der drei Verbindungen, die nicht explosiv sind, erfolgt nach den Gleichungen:

$$C_2H_2 + Cu_2Cl_2 = C_2H_2 . Cu_2Cl_2.$$

$$2\,(C_2H_2 . Cu_2Cl_2) + H_2O = C_2H_2 + 2\,HCl + C_2H_2 . Cu_2Cl_2 . Cu_2O$$

(purpurviolette Verbindung).

$$C_2H_2 . Cu_2Cl_2 + Cu_2Cl_2 + KCl = C_2H_2(Cu_2Cl_2)_2KCl$$

(farblose Krystalle).

$$C_2H_2(Cu_2Cl_2)_2KCl + 2\,Cu_2Cl_2 + KCl = C_2H_2[(Cu_2Cl_2)_2KCl]_2$$

(gelbe Krystalle[4]).

Leitet man Acetylen in eine absolut alkoholische Lösung von wasserfreiem Kupferchlorür, so bilden sich farblose, krystallinische

---

[1]) Berthelot und Delépine, Compt. rend. **129**, 369. — [2]) Chavastelon, ebenda **126**, 1810. — [3]) Derselbe, ebenda **127**, 68. — [4]) Derselbe, ebenda **130**, 1634, 1764; **131**, 48.

Nadeln der Zusammensetzung $(Cu_2Cl_2)_3C_2H_2$. Dieselben sind nicht explosiv, bilden aber mit Wasser explosives Kupferacetylür, Cu_2C_2 [1]).

Acetylen wirkt nicht nur auf Kupferoxydul, sondern auch auf Kupferoxydsalze ein und bildet mit denselben Acetylide. Jedoch treten hierbei gleichzeitig Polymerisationserscheinungen auf. Läfst man z. B. Acetylen auf eine verdünnte ammoniakalische Lösung von Cuprisalzen bei + 5° C. einwirken, so entsteht ein schwarzes, bei 50 bis 70° explodierendes Pulver der empirischen Zusammensetzung $12\,C_2Cu \cdot H_2O$, welches durch verdünnte Säuren und von Cyankaliumlösungen zersetzt wird, jedoch hierbei kein Acetylen, sondern huminartige Verbindungen liefert [2]). Erfolgt die Einwirkung des Acetylens bei höherer Temperatur, so bilden sich Cupriverbindungen wechselnder Zusammensetzung, die sämtlich mit verdünnten Säuren komplizierte organische Verbindungen geben. Dabei ist gleichgültig, ob man Kupfersulfat, Nitrat, Chlorid oder Acetat verwendet [3]).

Substitutionsprodukte des Acetylens bilden sich auch bei der direkten Einwirkung von Acetylen auf Kupfermetall. Ganz reines, trockenes Acetylen wirkt auf Kupfer nicht oder nur sehr langsam ein [4]), ist jedoch das Acetylen feucht oder mit geringen Mengen Ammoniak oder anderer Gase verunreinigt, so erfolgt Bildung von Acetylenkupfer, und zwar der explosiven Modifikation [5]).

Die Bildung von explosivem Acetylenkupfer tritt auch ein, wenn das Kupfer als stark kupferhaltige Legierung angewendet wird, z. B. als Messing oder Rotgufs, während andererseits Alpacca und Britanniametall diese Einwirkung nicht zeigen. Die folgende Tabelle giebt die Zusammensetzung der erwähnten Metalle [6]):

	Messing	Rotgufs	Alpacca	Britannia
Cu	64,66	74,46	64,44	91,70
Sn	—	4,64	—	8,30
Pb	0,94	Spur	—	—
Zn	34,16	20,67	16,33	—
Ni	—	—	18,79	—

[1]) Hofmann und Küspert, Ztsch. f. anorg. Chem. 15, 204. — [2]) Söderbaum, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 30, 814. — [3]) Derselbe, ebenda 30, 760. — [4]) Pictet, Verhandl. d. Budapester Kongresses f. Carbid u. Acetylen, 1899; Gerdes, Glasers Ann. 43, 105. — [5]) Grittner, Verhandl. d. Budapester Congresses f. Carbid u. Acetylen 1899, 75; vergl. auch Torrey, Amer. Gas Light Journ. 1859; Crova, Compt. rend. 60, 415. — [6]) Grittner, a. a. O. 78; vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 398. Nach Originalmitteilung von Caro wurde an einem Entwickler in der Prüfungsstelle für Carbid und Acetylen ein Messinghahn untersucht, welcher zum Hinauslassen von rohem Acetylen diente. Derselbe zeigte eine dicke schwarze Kruste, welche beim Trocknen nicht explodierte, dagegen durch Stofs und beim Erhitzen unter Funkensprühen sich zersetzte.

Bei der Einwirkung von Acetylen auf erhitztes Kupfer findet nur zum Teil eine Substitution, hauptsächlich aber eine Polymerisation statt [1]).

Wie oben bereits bemerkt wurde, verläuft die Einwirkung des Acetylens auf Cuprosalze derart quantitativ, dafs man die Ausfällung der Kupfersalze mittels Acetylens als analytische Methode verwendet. Diese Ausfällung kann aber auch zum Nachweise von Acetylen gebraucht werden. Hierbei werden zweckmäfsig farblose Lösungen von Cuprosalzen verwendet, welche durch Reduktion der Cuprisalze durch Hydroxylamin dargestellt werden. Solche Lösungen, frisch bereitet, zeigen auch bei Anwesenheit von Spuren Acetylen prächtig rote Färbungen [2]). Die Zubereitung der Reagenzien ist im Kapitel „Analyse des Acetylens“ angegeben.

4. Einwirkung des Acetylens auf Silber und Silbersalze.

Ähnlich wie auf Kupfersalze wirkt Acetylen auch auf Silbersalze ein. Beim Durchleiten von Acetylen durch ammoniakalische Silbersalzlösungen entsteht ein weifser Niederschlag [3]). Dieser Verbindung werden die verschiedenartigsten Formeln zugeschrieben: $(C_2HAg_2)O$ [4]), $(C_2HAg)_2Ag_2O$ [5]), $C_2H_2Ag_2O$ [6]).

Thatsächlich ist die hierbei sich bildende Substanz frei von Wasserstoff, da sie beim Explodieren lediglich Silber und Kohle giebt. Sie entspricht deshalb der Formel C_2Ag_2 [7]).

Diese Verbindung, welche gegen 200° heftig explodiert [8]), entsteht stets, wenn man Acetylen durch eine konzentrierte ammoniakalische Silberlösung leitet. Wirkt dagegen Acetylen auf eine verdünnte ammoniakalische Silbernitratlösung ein, so entsteht zunächst ein hellgelber Niederschlag [9]), welcher eine Doppelverbindung der wahrscheinlichen Formel $C_2Ag_2 . AgNO_3$ bildet [10]). Dieselbe geht bei weiterer Einwirkung des Acetylens in das normale Carbid Ag_2C_2 über. — Reiner erhält man die gelbe Verbindung, wenn man Acetylen in eine ammoniakalische Silberacetatlösung leitet [11]).

Die intermediäre Bildung solcher Doppelverbindungen ist auch bei der Einwirkung von Acetylen auf ammoniakalische Silberchlorid- und Silberjodidlösungen beobachtet worden.

Leitet man wenig Acetylen in eine ammoniakalische Chlorsilberlösung, so entsteht ein weifser Niederschlag der Formel $C_2Ag_2 . AgCl$,

---

[1]) Vergl. Kapitel „Polymerisation des Acetylens“, S. 194. — [2]) Ilosvay, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **32**, 2697. — [3]) Berthelot; vergl. auch Quet, Compt. rend. **46**, 903; Vogel u. Reischauer, Jahresber. über Fortschritte der Chemie **11**, 208 und Miasnikoff, Liebigs Ann. **118**, 330. — [4]) Berthelot, a. a. O. — [5]) Behrend, Jahresber. über Fortschritte der Chemie **135**, 258; Reboul, Compt. rend. **59**, 1229. — [6]) Blochmann, Liebigs Ann. **173**, 174. — [7]) Keiser, Americ. Chem. Journ. **14**, 286. — [8]) Willgerodt, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **28**, 2108. — [9]) Plimpton, Proc. Chem. Soc. **109**, 434. — [10]) Arth, Compt. rend. **124**, 1534. — [11]) Plimpton, a. a. O.

der beim Erwärmen sich zersetzt. Sättigt man eine ammoniakalische Silberchloridlösung mit so viel Salzsäure ab, daſs das Chlorsilber eben gelöst bleibt, und leitet Acetylen ein, so entsteht ein bei höherer Temperatur etwas heftiger detonierender, citronengelber Niederschlag der Formel $(C_2Ag_2)_2AgCl$. Bei längerer Einwirkung von Acetylen entsteht endlich bei Gegenwart überschüssigen Ammoniaks das normale Acetylensilber:

$$(C_2Ag_2)_2AgCl + C_2H_2 + 2NH_3 = 3C_2Ag_2 + 2NH_4Cl.$$

Bei der Einwirkung von Acetylen auf eine Lösung von Jodsilber in Jodkalium, der etwas Ätzkali zugegeben ist, entsteht eine gelbe, schwach mit Flamme detonierende Verbindung der Formel $C_2Ag_2 . 2AgJ$. Durch Einwirkung überschüssigen Acetylens (oder von Jodkalium auf $C_2Ag_2 . AgNO_3$) entsteht sodann eine beim Erwärmen heftig detonierende grüne Substanz der Zusammensetzung $Ag_2C_2 . AgJ$[1]).

Auch mit wässerigen resp. sauren Silberlösungen reagiert das Acetylen. Bei der Einwirkung von Acetylen auf eine wässerige (Zehntel normal) oder eine alkoholische Silbernitratlösung entstehen Verbindungen, deren Zusammensetzung zwischen $3C_2Ag_2 . 2AgNO_3 . H_2O$ und $C_2Ag_2 . 2AgNO_3 . H_2O$ variiert[2]). Als Zwischenprodukt entsteht auch hier die oben erwähnte gelbe Verbindung und als Endprodukt das normale Carbid C_2Ag_2[3]). Leitet man Acetylen in Silbernitratlösung im Verhältnis 1 : 3, so bildet sich eine Verbindung $(C_2Ag_2)AgNO_3$[4]). Dieselbe wird durch Salzsäure resp. Ammoniak in folgender Weise zersetzt:

$$(C_2Ag_2)AgNO_3 + 3HCl = 3AgCl + HNO_3 + C_2H_2$$
$$(C_2Ag_3)NO_3 + 2NH_3 = C_2Ag_2 + NO_3NH_3(NH_3Ag).$$

Bei der Einwirkung von Acetylen auf eine verdünnte Silbersulfatlösung wird ein weiſser Niederschlag der Formel $2C_2Ag_2 . Ag_2SO_4 . H_2O$ erhalten[5]). Intermediär bildet sich hierbei zuerst die weiſse Verbindung $C_2Ag_2Ag_2SO_4$, welche im Vakuum schwach detoniert und sich hierbei nach der Gleichung

$$C_2Ag_4SO_4 = Ag_4 + SO_2 + {}^2/_3(CO_2 + CO) + {}^1/_3C$$

zersetzt. Dieselbe giebt mit überschüssigem Acetylen die gelb gefärbte Verbindung $(C_2Ag_2)_2Ag_2SO_4 + C_2Ag_2 . Ag_2SO_4$ und sodann die oben erwähnte $(C_2Ag_2)_2Ag_2SO_4$[6]).

Bei der Einwirkung von Acetylen auf metallisches Silber finden Kondensationserscheinungen statt, und wird auf das Kapitel „Kondensation“ [7]) verwiesen.

---

[1]) Berthelot u. Delépine, Compt. rend. **129**, 361 bis 378. — [2]) Plimpton, Proc. Chem. Soc. **1892**, 139. — [3]) Chavastelon, Compt. rend. **124**, 1364, unter Bezugnahme auf Bruylant und Béhal; Arth, ebenda **124**, 1534. — [4]) Berthelot u. Delépine, ebenda **129**, 362. — [5]) Plimpton, a. a. O. — [6]) Berthelot u. Delépine, a. a. O. — [7]) S. 197.

5. Einwirkung des Acetylens auf Quecksilbersalze.

Die Einwirkung von Acetylen auf Quecksilbersalze erfolgt zum Teil in derselben Weise wie diejenige auf Kupfer- und Silbersalze. Es entsteht als Endprodukt Quecksilberacetylid, HgC_2, und als Zwischenprodukte Doppelverbindungen dieses Carbides mit Quecksilbersalzen resp. mit Acetylen. Zum Teil aber verläuft, wie schon S. 176 vermerkt wurde, die Reaktion derart, dafs aufser der Substitution auch noch eine Addition und zwar Wasseranlagerung stattfindet und deshalb Quecksilbersalze der Reihe des Vinylalkohols erhalten werden.

Es ist in den meisten Fällen schwierig zu entscheiden, ob eine Quecksilberverbindung der einen oder anderen Art vorliegt. Denn die Mehrzahl dieser Verbindungen giebt bei der Zersetzung mit Säuren resp. Cyankalium Acetylen und dessen Wasseradditionsprodukte. Es kann daher entweder angenommen werden, dafs das Wasseradditionsprodukt sich im Moment des Freiwerdens des Acetylens aus dem letzteren gebildet hat, d. h. das Quecksilbersalz ein wahres Acetylid war, oder dafs das Acetylen sich aus dem Wasseradditionsprodukte gebildet hat und im Quecksilbersalz eine Additionsverbindung vorlag.

Leitet man Acetylen in eine alkalische Quecksilberlösung (z. B. Nefslers Reagens), so entsteht ein flockiger, weifser, höchst explosiver Niederschlag [1]), welcher die Zusammensetzung HgC_2 besitzt [2]). Derselbe löst sich in Salzsäure unter Entbindung von Acetylen, giebt mit Jod Dijodacetylen, ist demnach das wahre Quecksilberacetylid. Solche wahren Acetylide, welche bei der Einwirkung von Halogenen Halogenderivate des Acetylens geben resp. mit Säuren oder Cyankalium Acetylen, erhält man noch auf andere Weise, so z. B. beim Erhitzen von Acetylen in einer Lösung von frisch gefälltem Quecksilberoxyd in Ammoniak und Ammoniumcarbonat. Hierbei fällt ein weifses Pulver von der Zusammensetzung $3 . C_2Hg . H_2O$ aus [3]). Die so entstandene Verbindung giebt mit Halogenen in Chloroform bezw. wässeriger oder Jodkaliumlösung C_2Cl_6 bezw. C_2Br_4 und C_2J_4, mufs deshalb als ein Abkömmling des Acetylens angesehen werden. Beim Zersetzen mit Salzsäure giebt sie Acetylen neben etwas Aldehyd, dessen Bildung wahrscheinlich aus nascierendem Acetylen erfolgt.

Beim Einleiten von Acetylen in Quecksilberacetatlösung entsteht das Acetylid, $2\,C_2H_2 . 3\,HgO$, welches weder explosiv ist, noch durch Salzsäure unter Abscheidung von Acetylen zersetzt wird [4]).

Aus wässeriger kalter Sublimatlösung und Acetylen entsteht ein Niederschlag der Formel $C_2H_2 . 3\,HgCl_2 . 3\,HgO$, dessen Konstitution nicht aufgeklärt ist [5]).

---

[1]) Basset, Ztsch. f. Chemie 1869, 314. — [2]) Keiser, Americ. Chem. Journ. 15, 535. — [3]) Plimpton u. Travers, Journ. Chem. Soc. 65, 266. — [4]) Plimpton, Proc. Chem. Soc. 1892, 109. — [5]) Peratoner, Gazz. chim. ital. 24 [2], 42.

Bei der Einwirkung auf wässerige Sublimatlösung bei gewöhnlicher oder höherer Temperatur dagegen entsteht ein weifser Niederschlag[1]), welcher $C_2(HgCl_4)_2 + H_2O$ zusammengesetzt ist[2]).

Diese Verbindung ist nicht explosiv, sie giebt beim Zersetzen mit Salzsäure kein Acetylen, sondern in der Hauptsache Acetaldehyd[3]), ebenso wie die analoge aus Quecksilberbromid erhaltene Verbindung[4]). Hier liegt scheinbar ein Quecksilberderivat des Acetaldehyds vor. Jedoch kann auch hier angenommen werden, dafs der Acetaldehyd sich erst aus dem nascierenden Acetylen bildet, eine Annahme, die durch den Umstand unterstützt wird, dafs bei der Einwirkung von Acetylen auf saure Sublimatlösung wahre Acetylenabkömmlinge entstehen. Leitet man nämlich Acetylen in salzsaure Sublimatlösung, so scheiden sich abgeplattete Krystalle ab, die bei 129 bis 130° schmelzen, schwer löslich in Alkohol und Wasser und löslich in Alkalien sind und der Formel $C_2H_2HgCl_2$ entsprechen[5]). Beim Kochen derselben mit Alkalien entsteht die Verbindung $(C_2H_2)_2HgO$, ein bläulichweifses, bei 230° explodierendes Pulver, und beim Kochen mit Wasser die Verbindung C_2H_2HHgCl, beides Acetylenderivate[6]).

Die Bildung der Verbindung $C_2H_2HgCl_2$ aus Acetylen und saurer Sublimatlösung erfolgt nicht immer. Bei gewisser Konzentration der Lösung wird dieselbe durch überschüssige Salzsäure sofort unter Abspaltung von Acetylen zersetzt, so dafs Acetylen scheinbar unabsorbiert durch die Sublimatlösung durchgeht. Eine solche Erscheinung tritt ein, wenn man folgende Lösung anwendet[7]):

Wasser	80	Teile
Salzsäure	20	„
Quecksilberchlorid	8 bis 10	„

Leitet man Acetylen in eine salpetersaure Merkurinitratlösung bei gewöhnlicher Temperatur ein, so entsteht ein weifses, krystallinisches, nicht explosives, beim Erhitzen verpuffendes Produkt der Zusammensetzung $C_2Hg_2NO_4H$.

Diese Verbindung giebt mit Salzsäure stets Aldehyd; dafs hier ein wahrer Abkömmling des Aldehyds vorliegt, wird dadurch bewiesen, dafs sie auch bei der Einwirkung von Acetaldehyd auf Quecksilbernitrat entsteht. Sie mufs deshalb als ein zweifach durch Merkurinitrat ersetztes Aldehyd angesehen werden[8]).

$$\begin{matrix} NO_3-Hg \\ Hg \end{matrix} \!\!>\! C \,.\, C \!<\!\! \begin{matrix} N \\ O \end{matrix}.$$

[1]) Kutscherow, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 17, 13. — [2]) Keiser, Americ. Chem. Journ. 15, 535. — [3]) Kutscherow, a. a. O.; Krüger u. Pückert, Chem. Industrie 1895, 454. — [4]) Kutscherow, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 14, 1590. — [5]) Biginelli, Ann. d. Farmacoterap. e Chim. 1898, 16 bis 20. — [6]) Derselbe, a. a. O. — [7]) Bergé u. Reichler, Bull. soc. chim. [3] 17, 218. — [8]) K. A. Hofmann, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 2212.

Leitet man dagegen Acetylen in der Siedehitze in eine 10 proz. Merkurinitratlösung ein, der etwas Salpetersäure zugesetzt ist, so entsteht ein weifser, feinkrystallinischer Körper $C_2Hg_3NO_4H_2$[1]).

Diese Verbindung giebt mit Salzsäure, Cyankalium u. s. w. kein Acetylen, sondern Acetaldehyd[2]) und entspricht wahrscheinlich der Formel:

$$NO_3Hg \cdot C{<}^{Hg}_{Hg}{>}O.CHO,$$

d. h. ist ein dreifach substituierter Aldehyd[3]).

Die Reaktion von Acetylen mit Merkurosalzen ist nur wenig studiert worden.

Bei der Einwirkung von Acetylen auf Merkuronitrat entsteht Quecksilber und dieselbe Verbindung, wie bei der Einwirkung auf Merkurinitrat[4]).

Wird Merkuroacetat frisch bereitet und in Wasser suspendiert, so geht es durch eingeleitetes Acetylen in eine graue Substanz über, welche beim Erhitzen detoniert und aus welcher durch Salzsäure Acetylen in Freiheit gesetzt wird. Dafs hier ein Acetylenabkömmling vorliegt, geht daraus hervor, dafs durch Jod Dijodacetylen entsteht[5]).

6. Einwirkung von Acetylen auf Salze anderer Schwermetalle.

Aufser mit den Salzen oben erwähnter Schwermetalle vermag Acetylen noch mit Goldchlorid[6]) und mit Palladiumchlorid[7]) Verbindungen zu bilden; dieselben sind nicht näher charakterisiert worden[8]).

Schwach erwärmtes Antimonpentachlorid absorbiert Acetylen unter Bildung der Verbindung $SbCl_5 . C_2H_2$. Dieselbe krystallisiert in Blättchen und zerfällt beim Destillieren in Antimontrichlorid, $SbCl_3$, symmetrisches Äthylendichlorid, $CHCl{=}CHCl$, und andere Chlorprodukte.

Trockenes reines Acetylen wird von Aluminiumtrichlorid, $AlCl_3$, in der Kälte im geschlossenen Gefäfse vollständig absorbiert, bei 70° in wenigen Minuten. Beim Zersetzen der so erhaltenen Verbindung mit Salzsäure bildet sich Acetylen[9]).

Wird Acetylen über erhitztes Aluminiumchlorid geleitet, so entstehen Kondensationsprodukte (vergl. Kondensation und Zerfall von Acetylen).

Mit Salzen von Eisen (Oxydul und Oxyd), Nickel, Kobalt, Blei, Cadmium, Platin (vierwertiges), Iridium und Rhodium erfolgt weder in der Kälte noch in heifsem Zustande eine Reaktion[10]).

Auf Zinksalze und Arsensalze wirkt Acetylen ebenfalls nicht ein[11]).

---

[1]) Erdmann u. Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 48; Köthner, Über Rubidium und einige Beobachtungen über Acetylen, Dissertation, Halle, 1896. — [2]) Erdmann u. Köthner, a. a. O. — [3]) Hofmann, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 2783. — [4]) Derselbe, a. a. O. — [5]) Plimpton, Proc. Chem. Soc. 1892, 109. — [6]) Erdmann, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1898, 166. — [7]) Derselbe, a. a. O.; Philipps, Ztsch. f. anorg. Chem. 6, 240. — [8]) Vergl. Gore, Chem. News 48, 295, welcher angiebt, dafs Palladiumchlorid durch Acetylen leicht reduziert wird. — [9]) Baud, Compt. rend. 130, 1319. — [10]) Erdmann, a. a. O. — [11]) Söderbaum, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 3014.

Dieses Verhalten des Acetylens gestattet, dasselbe zur Trennung von Kupfer und Zink resp. Cadmium und Arsen in der quantitativen Analyse zu verwenden[1]).

Weitere Additionsreaktionen des Acetylens.

Aufser den oben erwähnten Reaktionen sind noch eine ganze Reihe von Einwirkungen des Acetylens bekannt, welche als Additionsreaktionen anzusehen sind.

Unter dem Einflufs des elektrischen Funkens verwandelt sich ein Gemenge von Acetylen mit Stickstoff allmählich in Blausäure[2]):

$$C_2H_2 + N_2 = 2\,HCN.$$

Diese Erscheinung tritt auch ein, wenn man Acetylen unter Druck mit Luft gemischt explodieren läfst, während bei konstantem, gewöhnlichem Druck hierbei eine Vereinigung von Acetylen mit Stickstoff nicht erfolgt. Die Menge der entstehenden Cyanwasserstoffsäure ist die gleiche, ob das explodierende Gemisch 15 oder 28 Proz. Stickstoff enthält[3]).

Beim Durchleiten eines Gemenges von Acetylen mit Ammoniak durch glühende Röhren entsteht Pyrrol und Ammoniumcyanid[4]). Dagegen entsteht nur Ammoniumcyanid, wenn man ein Gemisch von Acetylen und Ammoniak der Wirkung eines elektrischen Funkens unterwirft[5]). Mit Blausäure bildet Acetylen beim Durchleiten durch glühende Röhren Picolin[6]). Beim Durchleiten eines Gemenges von Acetylen und Stickoxyd durch Wasser kann in Lösung Cyansäure nachgewiesen werden:

$$C_2H_2 + 2\,NO = 2\,HOCN$$ [7]).

Beim Einleiten von Acetylen in siedenden Schwefel entsteht Thiophen[8]).

Wird Acetylen aus sulfidhaltigem Carbid bei hoher Temperatur entwickelt (Tropfapparat), so kondensiert sich Acetylen mit einem Teile des Schwefelwasserstoffes unter Bildung organischer, zum Teil in Äther-Ligroin löslichen Verbindungen. Unter diesen Produkten wurden Senföle nachgewiesen[9]). Ist hierbei noch Ammoniak und Phosphorwasserstoff vorhanden, so entstehen basische, stickstoff- und phosphor- resp. schwefelhaltige organische Verbindungen[10]).

Acetylen vereinigt sich beim Einleiten in Diazomethan mit demselben direkt zu Pyrazol[11]):

---

[1]) Söderbaum, a. a. O. — [2]) Berthelot, Liebigs Ann. 150, 60. — [3]) Mixter, Americ. Chem. Journ. [4] 10, 299. — [4]) Dewar, Jahresber. über Fortschritte der Chemie 1877, 445. — [5]) Mixter, Americ. Chem. Journ. [4] 10, 299. — [6]) Ramsay, Jahresber. über Fortschritte der Chemie 1877, 436; vergl. auch Liubawin, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 1885, 481. — [7]) Zemor, Luce e Calore 1887, 118. — [8]) V. Meyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 16, 2176. — [9]) Caro, Ztschr. f. Calc. u. Acet. 2, 337. — [10]) Derselbe, Verhandl. d. Budapester Kongresses 1899, 134. — [11]) v. Pechmann, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 31, 2950.

$$\begin{array}{l} CH \\ \cdots \\ CH \end{array} + \begin{array}{l} N \\ \cdot \\ CH_2 \end{array} \!\!> N = \begin{array}{l} CH.N \\ \cdot\cdot \\ CH.CH_2 \end{array} \!\!> N = \begin{array}{l} CH.NH \\ \| \\ CH.CH \end{array} \!\!> N.$$

Kondensation und Zerfall von Acetylen.

Die Bildungsweisen des Acetylens aus höheren Kohlenwasserstoffen bei pyrogenetischen Reaktionen scheinen darauf zu deuten, dafs Acetylen bei hohen Temperaturen ein ungemein beständiger Körper ist.

Diese Beständigkeit des Acetylens ist aber nur eine scheinbare; sie ist dem Acetylen eigen, wenn dasselbe mit einer grofsen Menge anderer Gase — wie z. B. bei seiner Synthese mit einem grofsen Überschufs von Wasserstoff — gemischt ist.

Acetylen für sich erleidet unter dem Einflusse hoher Temperatur, der durch verschiedene chemische Agenzien verstärkt wird, bemerkenswerte Veränderungen.

Bei verhältnismäfsig nicht allzu hohen Temperaturen, namentlich wenn dieselben längere Zeit auf das Acetylen einwirken, entstehen Polymerisationsprodukte, sowohl der aliphatischen wie auch der aromatischen Reihe.

Bei sehr hohen Temperaturen dagegen resp. unter Druck tritt ein völliger Zerfall des Acetylens in seine Elemente ein. Dieses Verhalten des Acetylens steht im vollständigen Einklange mit seiner Konstitution. Die Polymerisation ist nichts anderes als eine Addition des ungesättigten Kohlenwasserstoffes in sich; der Zerfall ist eine Folge der zwischen den Kohlenstoffatomen herrschenden Spannung, welche durch die Ablenkung der Affinitätsrichtungen bei den dreifach verbundenen Kohlenstoffatomen herrschen mufs [1]).

Inwieweit der Zerfall resp. die Abscheidung der Kohle gleichzeitig als Folge einer weitgehenden Polymerisation anzusehen ist, bleibt dahingestellt.

Bei der Besprechung der Bildungsweisen des Acetylens ist darauf hingewiesen worden, dafs nach Lewes beim Verbrennen von Gas oder anderen Kohlenwasserstoffen in Leuchtbrennern sich aus den Kohlenwasserstoffen zuerst Acetylen bildet, welches bei der Temperatur der Flamme zerfällt und hierbei den zur Erzeugung der Leuchtflamme nötigen feinverteilten Kohlenstoff liefert.

Dagegen behauptet Berthelot [2]), dafs der sich in der Flamme abscheidende Kohlenstoff lediglich ein Produkt weitgehender Polymerisation sei.

Es ist anzunehmen, dafs beide Ansichten richtig sind, nämlich dafs in der Flamme beide Reaktionen gleichzeitig auftreten, d. h. Kohlenstoffabscheidung sowohl aus dampfförmigen hochmolekularen, durch

---

[1]) Baeyer, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 18, 2280; vergl. auch Baeyer u. Bloehm, ebenda 15, 2153. — [2]) Litteratur umfangreich.

Polymerisation entstandenen Kohlenwasserstoffen, als auch durch Zerfall des Acetylens.

Die Kohlenabscheidung beim Erhitzen des Acetylens kann ebenfalls durch das Eintreten beider Reaktionen, weitgehende Polymerisation und Zerfall, begründet sein.

Erhitzt man Acetylen in Retorten bis zum Weichwerden des Glases, so bilden sich Benzol, C_6H_6, Styrol, C_8H_8, Naphtalin, $C_{10}H_8$, und Reten, $C_{18}H_{18}$, neben anderen undefinierten Verbindungen und Kohle [1]). Diese Polymerisation ist um so bemerkenswerter, als hierbei Verbindungen der aromatischen, cyklischen Reihe entstehen, und dieser Prozefs stellt einen der wichtigsten Übergänge der aliphatischen in die aromatische Reihe dar.

Beim Durchleiten von Acetylen durch ein Rohr bei 638 bis 645° bildet sich eine beträchtliche Menge von Benzol, neben anderen flüssigen Kondensationsprodukten und etwas Kohle, aber kein Naphtalin, bei 790° sehr viel Kohle und Naphtalin [2]).

Nebenbei bilden sich aber auch wasserstoffreichere Olephine. Wird Acetylen durch eine Platinröhre von 2 mm Durchmesser, die auf 25 mm Länge auf 1000° erhitzt ist, getrieben, so erhält man ein Gas, welches 62 Proz. ungesättigte Kohlenwasserstoffe, 1,5 Proz. Wasserstoff und 3,2 Proz. Methan enthält [3]), bei 638 bis 645° enthält das Gas nur 1,3 Proz. Olephine und zwar Acetylen [4]).

Die Bildung von höherer Olephine ist beträchtlicher, wenn Acetylen in Mischung mit anderen ungesättigten Kohlenwasserstoffen erhitzt wird. Aus Acetylen und Äthylen bilden sich verschiedene Kohlenwasserstoffe, hauptsächlich Crotonylen [5]), ebenso mit Butylen, Amylen u. s. w. [6]). Hierbei entsteht auch Isophen, C_5H_8, welcher sich durch Kondensation in Terpilen, ein Terpen, umwandeln läfst [7]).

Durch Einwirkung elektrischer Funken wird Acetylen in seine Komponenten zersetzt. Hierbei bilden sich flüssige Kondensationsprodukte, die verschieden sind von denjenigen, die durch Wärme entstehen. Die gebildeten Produkte zerfallen beim Destillieren fast explosiv in Kohle, Wasser, eine Säure (Essigsäure?) und eine ketonartige Substanz; es bildet sich jedoch weder Benzol noch Furfurol, dagegen macht sich ein Caramelgeruch bemerkbar [8]). Daneben bildet sich ein festes und ein flüssiges Polyacetylen, deren Zusammensetzung noch nicht erforscht ist [9]). Die Zersetzung des Acetylens bleibt bei gewöhn-

[1]) Berthelot, Compt. rend. 62, 905; 63, 479 u. 515. — [2]) Haber, Experimental-Untersuchungen über Zersetzung u. s. w. von Kohlenwasserstoffen, München, 1896, 71. — [3]) Lewes, Handbuch, 1900, 107. — [4]) Haber, Experimental-Untersuchungen über Zersetzung u. s. w. von Kohlenwasserstoffen, München, 1896, 71. — [5]) Berthelot, Jahresber. über Fortschritte der Chemie 1866, 519. — [6]) Prunier, ebenda 1879, 318. — [7]) Berthelot, Ann. chim. et phys. [6] 5, 136; Bouchardt, Jahresber. über Fortschritte der Chemie 1875, 389. — [8]) Berthelot, Compt. rend. 111, 471. — [9]) A. u. P. Thénard, ebenda 78, 219.

lichem Druck und unter konstantem Volumen auf die Zone der direkten Einwirkung des Funkens beschränkt [1]). Bei höherem Drucke dagegen tritt eine Fortpflanzung der Zersetzung [2]) und ein völliger Zerfall des Acetylens ein [3]). Hierbei genügt schon eine Entzündung durch rotglühenden Draht. Auch bei Anwendung fulminsaurer Salze tritt bei gewöhnlichem Druck nur lokale Zersetzung ein [4]).

Der Zerfall und die Polymerisation des Acetylens bei hoher Temperatur werden durch die Anwesenheit von Metallen begünstigt. Bei der Einwirkung von Acetylen auf Kupfer, das auf 500° erhitzt ist, tritt ein voller Zerfall des Acetylens ein, und es scheidet sich der Kohlenstoff in graphitischer Form ab [5]). Bei niedrigerer Temperatur (200 bis 250°) entsteht hierbei ein korkähnlicher Kohlenwasserstoff, welcher Kupfer enthält [6]), das jedoch durch Auskochen mit Salzsäure fast ganz entfernt werden kann [7]). Die Natur dieses Kohlenwasserstoffes, welcher Cupren genannt wird, ist nicht aufgeklärt; während einerseits angenommen wird, dafs derselbe ein einfaches Kondensationsprodukt des Acetylens ist (Alexander), wird andererseits behauptet, dafs derselbe die Zusammensetzung $(C_7 H_6)_n$ besitzt, d. h. weniger Wasserstoff enthält als Acetylen, weil die bei der Reaktion entweichenden Gase aus Äthylenverbindungen bestehen, d. h. wasserstoffreicher sind [8]). Auch Gemische von Acetylen mit Wasserstoff geben beim Überleiten über schwammiges Kupfer Cupren, wenn der Gehalt an Acetylen denjenigen an Wasserstoff überwiegt [9]).

Das Cupren oder ein ähnlicher Kohlenwasserstoff resp. ein Gemisch derselben wird auch erhalten, wenn man Acetylen auf frisch gefälltes auf 230° erhitztes Kupferoxydul einwirken läfst [10]). Das entstandene Produkt enthält ebenfalls Kupfer, doch ist sein Gehalt daran äufserst schwankend (15 bis 24,2 Proz.) und ist deshalb anzunehmen, dafs das Kupfer nur mechanisch beigemengt ist [11]). Das Cupren giebt bei der Destillation mit Zinkstaub, je nach den angewendeten Temperaturen, Naphtene, Kresol, Naphtalin u. s. w. [12]). Die Bildung von Naphtenen ist deshalb von Interesse, weil dieselben sich auch im kaukasischen Erdöl befinden und hierdurch die Theorie der Bildung derselben aus Carbiden [13]) gestützt wird [14]).

Leitet man reines, trockenes Acetylen bei gewöhnlicher Temperatur über pyrophorisches Eisen, so tritt lebhaftes Erglühen desselben ein.

---

[1]) Maquenne u. Dixon, Compt rend. 121, 424. — [2]) Vergl. Kapitel: „Physik des Acetylens", S. 140. — [3]) Berthelot u. Vieille, Gerdes, Hubon u. s. w. — [4]) Maquenne u. Dixon, Compt. rend. 121, 424. — [5]) Erdmann, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 153. — [6]) Erdmann u. Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 78. — [7]) Alexander, Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 32, 381. — [8]) Sabatier u. Senderens, Compt. rend. 130, 250. — [9]) Dieselben, ebenda 130, 1559. — [10]) Erdmann u. Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 48. — [11]) Gooch u. de Forest Baldwin, Ztsch. f. anorg. Chem. 22, 235. — [12]) Erdmann u. Köthner, a. a. O. — [13]) Vergl. S. 167. — [14]) Vergl. Charitschkoff, Mitt. d. russ. chem.-phys. Ges. 7. Nov. 1896.

Ein Teil des Gases verwandelt sich in Benzol und andere Kohlenwasserstoffe, während der gröfste Teil in Kohlenstoff und Wasserstoff zerlegt wird[1]). Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei einem Gemisch von Acetylen und Wasserstoff, wenn die Menge des ersteren überwiegt[2]).

Ein Teil des Acetylens wird hierbei, auch wenn ursprünglich kein Wasserstoff vorhanden war, hydrogenisiert und es bildet sich Äthan und Äthylen, daneben aus Acetylen Benzol und dessen Homologe[3]).

In genau derselben Weise wie Eisen verhält sich Kobalt[4]). Bei Anwendung feinverteilten Metalles tritt unter Aufleuchten ein Zerfall eines Teiles des Acetylens ein, während ein anderer Teil mehr oder weniger vollständig hydrogenisiert wird[5]).

Bei Anwendung von Nickel dagegen treten, je nach der Reaktionstemperatur, folgende Erscheinungen ein: Bei Selbsterglühen der Masse, durch Hinüberleiten von Acetylen über feinverteiltes Nickel, erfolgt Zerfall des Acetylens in Wasserstoff und Kohlenstoff. Bei einer 180° nicht übersteigenden Temperatur erfolgt Hydrogenisation des Acetylens unter Bildung von vornehmlich mehr oder minder kondensierten Methankohlenwasserstoffen. Bei einer 180° übersteigenden Temperatur, doch unterhalb Glühhitze, tritt Bildung von flüssigen Äthylen und Benzolkohlenwasserstoffen ein, wobei gleichzeitig ein fester Kohlenwasserstoff sich bildet, der wahrscheinlich identisch mit Cupren ist[6]).

In ähnlicher Weise wie Nickel oberhalb 180° wirkt auch feinverteiltes Platin auf Acetylen und dessen Gemische mit wenig Wasserstoff ein, wobei Selbsterglühen eintritt[7]).

Beim Überleiten von Acetylen über feinverteiltes Silber und schwachem Erwärmen tritt vollständige Zersetzung des Gases ein.

Zinkstaub fördert nur wenig die Zersetzung von Acetylen; Quecksilber bleibt, im Acetylenstrome erhitzt, metallisch glänzend[8]).

Nicht nur unter der Einwirkung von Wärme resp. katalytischen Substanzen, sondern auch unter der Einwirkung von Licht tritt angeblich eine Polymerisation des Acetylens ein. Acetylen, in zugeschmolzenen Röhren dem Sonnenlichte ausgesetzt, giebt angeblich eine dicke, fettige, braune Masse, jedoch nur in geringer Menge[9]). Es ist wahrscheinlich, dafs diese Ablagerung auf die Einwirkung geringer Mengen Verunreinigungen zurückzuführen ist.

Die kondensierende Wirkung verschiedener Substanzen auf Acetylen ist wiederholt hervorgehoben worden (Einwirkung von Schwefelsäure, Kupferoxydsalz, Hypochlorit u. s. w.).

Eine Kondensation tritt ein, wenn man Acetylen über Aluminium-

---

[1]) Moissan u. Moureau, Compt rend. 122, 1240. — [2]) Sabatier u. Senderens, ebenda 130, 1628. — [3]) Dieselben, ebenda 131, 267. — [4]) Moissan u. Moureau, ebenda 122, 1240. — [5]) Sabatier u. Senderens, ebenda 131, 267. — [6]) Dieselben, ebenda 131, 187. — [7]) Moissan u. Moureau, ebenda 122, 1240; Sabatier u. Senderens, ebenda 131, 40. — [8]) Erdmann u. Köthner, Ztsch. f. anorg. Chem. 18, 48. — [9]) Bone u. Wilson, Proc. Chem. Soc. 1897/98, 155.

trichlorid bei 120 bis 130° leitet. Hierbei entstehen neben geringen Mengen Wasserstoff, Methan und Äthylenkohlenwasserstoffen komplizierte Doppelverbindungen höherer Kohlenwasserstoffe mit Aluminiumchlorid. Dieselben geben beim Destillieren mit Kalk Kohlenwasserstoffe. In den Destillationsprodukten sind flüssige Methan- und Äthylenkohlenwasserstoffe, sodann flüssige Kohlenwasserstoffe annähernd der Formeln $C_{15}H_{20}$, $C_{10}H_{16}$, $C_{10}H_{18}$, $C_{10}H_{17}$ und Anthracen enthalten [1]).

Hygiene des Acetylens.

Bei Beurteilung der Frage nach den mit der Benutzung des Acetylenlichtes in hygienischer Hinsicht etwa verbundenen Nachteilen oder Erscheinungen ist stets zu beachten, dafs es sich in keinem Falle um ein chemisch vollkommen reines Acetylen handelt. Zwar steht man heute wohl allgemein auf dem Standpunkte, dafs das Acetylen vor seiner Verbrennung von den ihm beigemengten Verunreinigungen, soweit sie in hygienischer oder technischer Hinsicht zu Bedenken irgend welcher Art Veranlassung geben könnten, zu befreien ist; es ist jedoch nicht zu verkennen, dafs recht oft die Art der benutzten Reinigungsmasse nicht den zu stellenden Anforderungen entspricht und dafs ferner, was wohl noch häufiger vorkommt, die rechtzeitige Erneuerung der Reinigungsmasse teils aus Unkenntnis, teils aus Gleichgültigkeit oder Nachlässigkeit versäumt wird.

Wir würden also zu prüfen haben, welchen Einflufs das Acetylen und die ihm in der Regel beigemengten Verunreinigungen, sowie deren Verbrennungsprodukte in hygienischer Hinsicht auszuüben vermögen.

Acetylen im unverbrannten Zustande.

Der Einflufs des Acetylengases auf die Atmungsorgane ist vielfach Gegenstand sorgsamer Untersuchungen gewesen, auf Grund deren man diese Frage als endgültig geklärt ansehen darf. Bei den nachstehenden Berichten über diese Untersuchungen bleibt zu beachten, dafs es sich bei denjenigen, welche vor dem Jahre 1894 angestellt wurden, stets um ein Acetylengas handelte, das mit dem, was wir heute unter technischem Acetylen verstehen, nicht völlig identisch gewesen ist.

Das dabei benutzte Acetylen ist in einigen Fällen aus seiner Kupfer- oder Silberverbindung hergestellt. In anderen Fällen ist die Herstellungsart von den Autoren nicht besonders angegeben. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dafs es sich gelegentlich um Acetylen, dem noch andere Gase beigemengt waren, gehandelt haben kann. Ausschlaggebend für die Beurteilung der Frage können nur diejenigen

[1]) Baud, Compt. rend. 130, 1319.

Untersuchungen sein, die nach dem Jahre 1894 angestellt sind, bei denen also das Acetylen durch Zersetzung des Calciumcarbides mit Wasser gewonnen wurde. Nur soweit die Ergebnisse dieser Untersuchungen voneinander abweichen, sollte man ältere Versuche zur Beurteilung mit heranziehen und dann auch nur solche, bei denen die Gewinnungsart des Acetylens genau beschrieben wurde.

Ältere Untersuchungen aus der Zeit vor dem Jahre 1894.

Beobachtungen von Berthelot und Cl. Bernard 1865.

In seiner im Jahre 1866 erschienenen Abhandlung „Über die Bildung des Acetylens bei unvollständigen Verbrennungen" [1]) macht Berthelot gelegentlich die Bemerkung, dafs das Acetylen „an sich" auf den Organismus einen schädlichen Einflufs nicht auszuüben vermöge, ohne diese Ansicht durch Thatsachen zu belegen. Erst im Jahre 1895 hat er in einer Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften aus Veranlassung eines von Gréhant [2]) über die Giftigkeit des Acetylens gehaltenen Vortrages mitgeteilt [3]), dafs er im Jahre 1865 in Gemeinschaft mit Cl. Bernard Versuche angestellt habe, deren Ergebnis die Unterlagen zu seiner damaligen Behauptung bildeten. Bei diesen Versuchen handelte es sich um Luft, der „einige Prozent" reines Acetylen beigemengt waren. In dieses Gemenge wurden Sperlinge gebracht, wobei sich ergab, dafs diese Tiere darin in keiner bemerkbaren Weise zu leiden hatten.

Mitteilungen von Bistrow und Liebreich 1868.

A. Bistrow und O. Liebreich [4]) in Berlin untersuchten die Einwirkung des Acetylens auf das Blut. Sie fanden, dafs das Hämoglobin des Blutes sich mit Acetylen in gleicher Weise wie mit dem Kohlenoxyd verbindet, dafs jedoch diese Verbindung leichter zersetzbar ist als diejenige des Hämoglobins mit dem Kohlenoxyd. Während letztere nicht durch Schwefelammonium zu sauerstofffreiem Hämoglobin reduziert werde, sei dies bei der betreffenden Acetylenverbindung der Fall. Daraus erkläre sich die geringere Giftigkeit des Acetylens. Angaben über die Art der Gewinnung des Acetylens zu den Versuchen, wie auch über die Art der Versuchsanstellung sind nicht gemacht [5]).

---

[1]) Compt. rend. 62, 94; vergl. auch S. 133 unter „Geschichte des Acetylens". — [2]) Vergl. S. 206. — [3]) Compt. rend. 121, 566. — [4]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellschaft 1, 220. — [5]) Die Verfasser stellten in Aussicht, genauere Angaben „demnächst" in Virchows Archiv zu veröffentlichen. Wir haben nicht nur den Jahrgang 1868 von Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie u. s. w. daraufhin durchgesehen, sondern auch die Jahrgänge 1869 und 1870, ohne die angekündigte Veröffentlichung gefunden zu haben. Es scheint, als ob die Verfasser diese aus irgend einem Grunde ganz unterlassen haben, da wir auch in anderen Zeitschriften aus jener Zeit nichts darüber gefunden haben.

Untersuchungen von E. Walker 1870.

Fräulein E. Walker studierte im Laboratorium von L. Hermann den Einfluſs reinen, unvermischten Acetylens auf das Blut. Hermann teilt über das Ergebnis folgendes mit[1]): „Arterielles Blut wurde durch Acetylen nicht dunkel; seine Absorptionsstreifen erlitten nicht die mindeste Veränderung; das Blut gab mit Stokesscher Flüssigkeit den Streifen des gasfreien Hämoglobins. Vorher mit Stokesscher Flüssigkeit vom Sauerstoff befreites Blut erlangte durch Acetylen weder rote Farbe, noch neue Absorptionsstreifen. Aus diesen Versuchen würde man zu schlieſsen haben, daſs sich Acetylen zu Blut wie ein indifferentes Gas verhält.“

Untersuchungen von Levin 1885.

Nach den von Levin angestellten Untersuchungen[2]) soll das Acetylen bereits bei 1 Volumprozent in der Atmungsluft bei Warmblütern tiefe Narkose hervorrufen. Hierbei sollen immer asphyktische Symptome (Scheintod) zu beobachten sein. Die Herzthätigkeit nimmt ab, die Pupillen sind erweitert, die Atmung setzt aus. Wiederherstellung wäre durch Zufuhr frischer Luft möglich. Eine Einwirkung des Acetylens finde nicht statt. Nähere Angaben über die Herstellung des benutzten Acetylens und über die Art der Versuchsanstellung fehlen.

Versuche von Augier und Brociner 1887.

Augier und L. Brociner[3]) untersuchten die Einwirkung des Acetylens auf die Atmungsorgane. Bei ihren mit Meerschweinchen angestellten Versuchen gelang es ihnen selbst dann nicht, eine eigentliche Vergiftung hervorzurufen, als sie mit Gasgemischen arbeiteten, die 25, 30 und 35 Proz. Acetylen enthielten. Unter einer abgeschlossenen Glocke, die $3^1/_2$ Liter eines Gasgemisches von gleichen Mengen Sauerstoff und Acetylen enthielt, starb ein Meerschweinchen erst nach Verlauf von drei Stunden. Brociner zieht aus den Versuchen folgende Schlüsse:

1. Das Blut löst ungefähr 0,8 des eigenen Volumens an Acetylen auf.

2. Die spektroskopische Untersuchung eines acetylenhaltigen Blutes weist nichts Besonderes auf; diese Lösung verhält sich genau wie normales Blut und wird genau wie dieses und auch mit gleicher Schnelligkeit durch Schwefelammonium reduziert.

3. Im Vakuum verliert das Blut das Acetylen, welches es enthält; der gröſste Teil des Gases entweicht in der Kälte; doch ist es notwendig, die Lösung bis auf 60° zu erwärmen, um die letzten Reste heraus zu bekommen.

---

[1]) Lehrbuch der exp. Toxikologie, Berlin 1874, 114. — [2]) Lehrbuch der Toxikologie, Wien und Leipzig 1885. — [3]) Semaine méd. 1887, 11; Ann. d'Hyg. et publ., t. XVII, 454; Compt. rend. 121, 773.

4. Aus Lösungen des Acetylens in Blut, welche der Fäulnis unterworfen waren, wird die Menge des Acetylens, welche man im Vakuum austreiben kann, mit der Zeit immer geringer. Allerdings bleibt die in der Kälte entweichende Menge fast stets dieselbe; dagegen wird der in der Wärme entweichende Anteil um so kleiner, je weiter die Fäulnis vorgeschritten ist.

5. Sollte eine Verbindung des Acetylens mit dem Hämoglobin des Blutes bestehen, so ist dieselbe jedenfalls sehr unbeständig, und in dieser Beziehung durchaus nicht zu vergleichen mit der Verbindung, welche das Hämoglobin mit dem Kohlenoxyd bildet.

6. Gemäfs den Folgerungen von Berthelot vermag das Acetylen nur eine aufserordentlich schwache toxische Wirkung auszuüben, welche nicht gröfser ist als diejenige anderer Kohlenwasserstoffe, wie Methan, Äthylen, Propylen u. a. m.

Tiere, welche der Wirkung von Gemischen unterworfen werden, die beträchtliche Acetylenmengen enthalten, erliegen sogar nach mehreren Stunden nicht, wenn man stets für eine hinreichende Menge Sauerstoff und für Erneuerung des Gasgemenges in dem Sinne Sorge trägt, dafs die Atmungsprodukte des Tieres sich nicht anhäufen können.

Neuere Untersuchungen aus der Zeit nach dem Jahre 1894.

Untersuchungen von Frank und Weyl 1895.

A. Frank und Th. Weyl in Charlottenburg studierten die Einwirkung des Acetylens auf weifse Mäuse. Sie liefsen auf diese Tiere ein Gemisch von Acetylen und Luft einwirken und konnten feststellen, dafs selbst ein bis zu 9 Proz. steigender Gehalt an Acetylen längere Zeit (eine Stunde und länger) ohne Beschwerden und auch ohne spätere nachteilige Folgen ertragen wurde. Das zu den Versuchen benutzte Acetylen wurde zwar nicht einer chemischen Reinigung, wohl aber einer gründlichen Waschung unterworfen. Dadurch wird es von etwa anhaftendem Ammoniak und Schwefelwasserstoff befreit worden sein. Das zur Herstellung des Acetylens benutzte Carbid entstammte einer amerikanischen Sendung, von der später festgestellt wurde, dafs sie von ganz vorzüglicher Qualität war. Besonders grofse Mengen Phosphorwasserstoff werden mithin dem Gase auch nicht angehaftet haben. Frank berichtete[1]) kurz über das Ergebnis dieser Versuche am 13. Juni 1895 im Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure.

Untersuchungen von Rosemann 1895.

Dr. Rudolf Rosemann hat auf Veranlassung von Prof. Dr. Schulz im pharmakologischen Institute zu Greifswald zahlreiche Versuche[2]) ausgeführt, um die Einwirkung des Acetylens auf die Atmungsorgane

[1]) Ztsch. d. Vereins deutscher Ingenieure **35**, 1063. — [2]) Archiv für experim. Pathologie und Pharmakologie **36**, H. 3 u. 4.

bezw. das Blut zu studieren. Zunächst untersuchte er die Einwirkung des Acetylens auf Blut. Eine Stunde lang wurde reines Acetylen in gleichmäfsigem Strome durch eine höhere Schicht Blut geleitet und zwar mit Hülfe einer lang ausgezogenen Kapillare, so dafs die einzelnen Gasbläschen möglichst klein waren, dem Blute eine möglichst grofse Oberfläche boten und somit die beste Gelegenheit zur Einwirkung auf den Blutfarbstoff hatten. Zur Vergleichung wurde einerseits gewöhnliches, mit Luft geschütteltes Blut, andererseits Kohlenoxydblut benutzt, welch letzteres durch Einleiten gewöhnlichen Leuchtgases in Blut gewonnen wurde. Schon bei der Betrachtung im Reagensglase zeigte sich, dafs das Acetylenblut mit dem gewöhnlichen Blute in der Farbe durchaus übereinstimmte, während sich das Kohlenoxydblut durch seine charakteristische Färbung von den beiden anderen Proben sofort unterscheiden liefs. Die Untersuchung mit dem Spektralapparat ergab folgendes:

Das mit Acetylen gesättigte Blut zeigte durchaus dieselben Absorptionsstreifen wie das Oxyhämoglobin, dagegen war es durch Lage und Ausdehnung der Streifen aufs deutlichste von dem Kohlenoxyd-Hämoglobin zu unterscheiden. Auf Zusatz von Ammoniumsulfit verschwanden bei dem Acetylenblut in durchaus derselben Weise wie bei dem Oxyhämoglobin die charakteristischen Absorptionsstreifen und machten dem einen Absorptionsstreifen des reduzierten Hämoglobins Platz. Diese Versuche wurden mehrfach wiederholt und ergaben stets das übereinstimmende Resultat, dafs sich das Acetylenblut, sowohl an sich als auch mit Ammoniumsulfid versetzt, durchaus identisch mit dem Oxyhämoglobin verhielt, dagegen deutliche Unterschiede gegenüber dem Kohlenoxyd-Hämoglobin bot.

Von besonderem Interesse sind die in einer 85 Liter fassenden Glasglocke mit Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen ausgeführten Versuche. In dieser Glocke, die eine fortwährende Erneuerung des Gasgemenges gestattete, wurden die Tiere einer Mischung von teils gereinigtem, teils ungereinigtem Acetylen ausgesetzt.

Versuch 1: Luft mit 20 Proz. gereinigtem Acetylen. Dauer: dreiviertel Stunden. Versuchstier: junge Katze.

Versuch 2: Luft mit 17,9 Proz. gereinigtem Acetylen. Dauer: dreiviertel Stunden. Versuchstier: zwei junge Katzen.

Versuch 3: Luft mit 21,5 Proz. ungereinigtem Acetylen. Dauer: $1^1/_4$ Stunden. Versuchstier: Kaninchen.

Versuch 4: Luft mit 19,3 Proz. ungereinigtem Acetylen. Dauer: 1 Stunde 25 Minuten. Versuchstier: zwei Meerschweinchen.

Versuch 5: Luft mit 25,7 Proz. ungereinigtem Acetylen. Dauer: 40 Minuten. Versuchstier: die zu Versuch 2 benutzten beiden jungen Katzen.

Bei sämtlichen fünf Versuchen war das Ergebnis genau dasselbe. Die Versuchstiere waren zeitweilig etwas schläfrig, sonst aber völlig

munter. Nachdem die Tiere aus der Glocke entfernt waren, befanden sie sich völlig wohl.

Zu zwei weiteren Versuchen mit ungereinigtem Acetylen wurde eine grofse verwilderte Katze benutzt. Da dieselbe sich nicht unter die Glocke bringen liefs, so wurde sie in einen Abzug des Laboratoriums gesperrt [1]). In denselben wurde bei Versuch 6 ungereinigtes Acetylen, bei Versuch 7 Steinkohlengas geleitet.

Versuch 6. Das Acetylen wurde direkt aus dem Entwickelungsgefäfs eingeführt. Die Entwickelung wurde so geleitet, dafs das Gas in „äufserst starkem" Strom entwich. Der Versuch dauerte $6^1/_4$ Stunde. Anfänglich wankte die Katze hin und her. Dann leckte sie sich. Schliefslich verhielt sie sich vollständig ruhig bis zum Schlufs des Versuches. Ihr Befinden war durchaus wohl.

Versuch 7. Das Leuchtgas wurde eingeleitet, indem die beiden in dem Abzuge befindlichen Gashähne geöffnet wurden. Bald nach Beginn des Versuches stellten sich Atembeschwerden ein. Das Tier liefs Harn und Kot unter sich. Die Atemnot (Dyspnoe) wurde allmählich stärker. Schliefslich lag das Tier mit gesenktem Kopfe und ausgestreckten Beinen auf dem Bauche. Nach drei Stunden wurde der Versuch abgeschlossen. Trotz der schweren Erkrankung erholte sich das Tier noch im Laufe des Nachmittags wieder.

Bei diesen Versuchen wurden die zugeleiteten Gasmengen zwar nicht gemessen; Rosemann sagt aber wörtlich: „Ich habe mich zu verschiedenen Malen davon überzeugen können, dafs der Druck, mit welchem das Acetylen aus dem Entwickelungsgefäfs entwich, ein aufserordentlich viel gröfserer war als der, unter welchem das Leuchtgas in der Leitung stand, und ich glaube daher annehmen zu können, dafs jedenfalls nicht mehr Leuchtgas als Acetylen in der Stunde eingeleitet wurde."

Versuch 8. Die beiden jungen Katzen von Versuch 2 und 5 erkrankten unter dem Einflufs einer 23 Proz. Steinkohlengas enthaltenden Luft innerhalb dreiviertel Stunden derartig, dafs jeden Augenblick ihr Tod zu erwarten stand. In der frischen Luft erholten sie sich wieder.

Versuch 9. Ein Acetylen-Luft-Gemisch mit grofsen Mengen ungereinigtem Acetylen (das Acetylen wurde direkt aus dem Entwickler in die Versuchsglocke geleitet) tötete zwei Katzen innerhalb zwei bezw. drei Stunden.

Versuch 10. Ein Acetylen-Luft-Gemisch mit wechselnden Mengen gereinigten Acetylens (20 bis 37,8 Proz.) tötete zwei Katzen nach fünf bezw. sieben Stunden.

Versuch 11. Ein Acetylen-Luft-Gemisch mit wechselnden Mengen

---

[1]) Über die Gröfse des Abzugs ist nichts angegeben. Dieselben pflegen 2 bis 10 cbm Rauminhalt zu haben, im Mittel etwa 4 bis 5 cbm. Sie sind mit dem Schornstein verbunden und es herrscht in ihnen eine sehr kräftige Luftzirkulation.

ungereinigten Acetylens (18,5 bis 30,4 Proz.) wirkte auf zwei Katzen innerhalb sieben Stunden derartig ein, dafs sie eine viertel Stunde nach Beendigung des Versuches starben.

Versuch 12. Ein Steinkohlengas-Luft-Gemisch mit wechselnden Mengen des ersteren (17,6 bis 34,4 Proz.) tötete eine Katze in 3 Stunden 40 Minuten.

Von den getöteten Tieren wurde Blut zur spektroskopischen Untersuchung aufgefangen. Es ergab sich, dafs das Blut der mit Acetylen vergifteten Tiere sich genau so verhielt, wie gewöhnliches Blut. Es zeigte keine Ähnlichkeit mit dem Kohlenoxydblut. Rosemann kleidet das Ergebnis seiner Versuche in folgende Worte:

„Vergleicht man die Vergiftung durch Acetylen mit derjenigen durch Leuchtgas, so ergiebt sich, dafs letzteres nicht nur schneller und energischer auf die Tiere einwirkte, sondern auch früher als das Acetylen die Tiere tötete.“

„Ein Unterschied in der Wirkung des gereinigten und des ungereinigten Acetylens konnte übrigens nicht bemerkt werden; es scheint danach, als ob die vorhandenen Beimengungen doch in zu geringer Quantität vorhanden sind, als dafs sie einen erheblichen Einflufs auszuüben vermöchten.

Als erstes Zeichen der beginnenden Vergiftung zeigte sich regelmäfsig eine allmählich zunehmende Schläfrigkeit der Versuchstiere. Während dieselben anfänglich in einer Reihe der Fälle sich wegen des ihnen ungewohnten Aufenthalts unter der Glocke ziemlich unruhig gezeigt hatten, safsen sie nunmehr still und zusammengekauert auf einer Stelle, schlossen die Augen und wankten dabei hin und her. Auffallend war es jedoch, dafs diese Benommenheit für verhältnismäfsig lange Zeit nur eine sehr geringe Intensität zeigte. Durch ihr eigenes Wanken oder durch irgend welche unbedeutenden Geräusche im Zimmer wurden die Tiere aus ihrem Schlafe geweckt, öffneten dann sofort die Augen, spitzten die Ohren und zeigten sich ebenso munter wie bei Anfang des Versuches. Zuweilen wachten sie auch ohne eine äufsere erkennbare Ursache auf. Sie spielten dann miteinander oder putzten und leckten sich und verfolgten besonders die Vorgänge im Zimmer mit grofser Aufmerksamkeit. Erst nach längerer fortgesetzter Einatmung des Acetylens wurde die Narkose eine etwas tiefere; die Tiere wachten jetzt nicht mehr von selbst auf und reagierten auf Anklopfen nur träge. Einige Tiere zeigten sich in diesem Stadium, wenn man sie so aus dem Schlafe erweckt hatte, etwas aufgeregt und liefen eine Zeit lang unruhig hin und her, richteten sich an den Wänden der Glocke in die Höhe, miauten u. s. w. Andere wieder schliefen sofort wieder ein. Hieran schlofs sich endlich ein Stadium, in welchem die Tiere ziemlich fest schliefen und auch durch starkes Anklopfen nicht mehr geweckt werden konnten. Stets aber war, wenn dieser Zustand eintrat, ein mehrstündiger Aufenthalt unter der Glocke notwendig.

Um diese Zeit, zuweilen jedoch auch schon früher, traten bei einigen Tieren Brechbewegungen auf, die mehr oder weniger grofse Mengen Mageninhalt zu Tage förderten. Manche Tiere zeigten jedoch dieses Symptom überhaupt nicht. Nach dem Erbrechen schliefen die Tiere meist wieder sehr bald ein.

Als weiterer Angriffspunkt für die Wirkung des Acetylens erwies sich schliefslich die Atmung. Diese war längere Zeit hindurch völlig unverändert, dann wurden die Atemzüge in ganz auffallender Weise langsamer, tief und regelmäfsig. Besonders deutlich trat dies hervor, während die Tiere schliefen, sie machten dann infolge dieser eigentümlichen Atmung den Eindruck, als ob sie sich in sehr tiefem Schlafe befänden, und man war um so mehr verwundert, wenn sie dann bereits auf ein ganz unbedeutendes Geräusch hin erwachten.

Im weiteren Verlaufe zeigte sich dann aber ziemlich plötzlich eine völlige Veränderung des Bildes. Mit einem Male trat Dyspnoe (Atemnot) ein, die Atemzüge folgten schnell und oberflächlich aufeinander, die Tiere sprangen in die Höhe, schrieen laut und liefen wild unter der Glocke hin und her. Doch stellte sich meist bald wieder Beruhigung und damit wieder das oben gezeichnete Bild ruhigen Schlafes ein. Derartige Anfälle traten nun häufiger auf, die Atemzüge wurden oberflächlich und unregelmäfsig, die Tiere konnten sich nicht mehr auf den Beinen halten, liefsen ihren Kot unter sich, wälzten sich wild von einer Seite auf die andere und lagen schliefslich regungslos, oft in den unbequemsten Stellungen da. Doch trat auch jetzt noch häufig genug wieder Beruhigung und langsame, regelmäfsige Atmung ein. Allmählich wurde jedoch der Rhythmus der Atmung unregelmäfsig, zwischen schnell aufeinander folgenden Atemzügen erfolgten tiefe, schnappende, mit Anstrengung der ganzen Körpermuskulatur. Die Tiere machten in diesem Stadium durchaus den Eindruck, als ob der Tod jeden Augenblick eintreten könnte; doch dauerte es stets noch ganz unerwartet lange Zeit, bis derselbe endlich erfolgte.

Was nun die Art der Wirkung des Acetylens anlangt, so kann es sich, wie schon oben gesagt, wohl kaum um eine Einwirkung des Acetylens auf den Blutfarbstoff, ähnlich wie bei der Kohlenoxydvergiftung, handeln. Dagegen spricht nicht nur das spektroskopische Verhalten des Acetylenblutes, sondern auch das ganze Vergiftungsbild, welches bemerkenswerte Unterschiede gegenüber der Kohlenoxydvergiftung aufweist. Das Acetylen wird vielmehr in den Lungen vom Blute aufgenommen, ohne dasselbe direkt zu alterieren, und wirkt nun, im Körper kreisend, auf den Organismus ein. Und zwar scheint das Nervensystem besonders seinem Einflusse zu unterstehen. Darauf weist zunächst die auffallende Schläfrigkeit der Tiere hin, aber auch das Brechen und die Veränderungen in den Atembewegungen dürften auf zentral wirkende Einflüsse zurückzuführen sein. Charakteristisch für das Acetylen ist die beruhigende, leicht narkotisierende Beeinflussung

des Nervensystems; bei längerer Dauer schlägt dieselbe jedoch in die entgegengesetzte Wirkung, in Erregung, um, die sich durch Unruhe, Brechbewegungen und dyspnoetische Anfälle zu erkennen giebt. Dauert endlich die Einwirkung des Acetylens noch länger, so erfolgt zunächst nur leichte Parese der betroffenen Zentren, die sich besonders deutlich beim Atmungszentrum durch die unregelmäßsige Atmung zu erkennen giebt, und schliefslich völlige Lähmung, die dann den Tod herbeiführt."

Von Interesse dürften weiter noch folgende Äufserungen Rosemanns sein:

„Ob die giftigen Eigenschaften des Acetylens bei seiner Verwendung in der Technik gefährlich werden können, ist um so mehr fraglich, als das Gas infolge seines aufserordentlich unangenehmen Geruches so leicht nicht unbemerkt ausströmen kann. Immerhin bleibt aber dabei zu bedenken, dafs man sich auch sehr leicht bei längerem Umgehen mit dem Gase so an den Geruch desselben gewöhnt, dafs man denselben kaum mehr wahrnimmt. Ich beobachtete das wenigstens sehr deutlich bei meinen Arbeiten mit dem Acetylen. Es wäre daher wohl denkbar, dafs Menschen, die dauernd mit dem Acetylen zu thun haben, schliefslich den Geruch des in gröfserer Menge ausströmenden Gases nicht mehr bemerkten und bei längere Zeit fortgesetzter Einatmung Schädigungen ihrer Gesundheit davontrügen. Ich habe freilich an mir selber keine Einwirkung von seiten des Acetylens bemerkt, obwohl ich mich während der Versuche stets in einer stark nach dem Gase riechenden Atmosphäre befand. Es wäre daher wohl nur bei wochen- und monatelang fortgesetzter Einatmung eine schädigende Einwirkung des Acetylens denkbar. Dabei würden dann auch neben dem Acetylen die oben erwähnten Verunreinigungen desselben, Schwefel- und Phosphorwasserstoff, eine Rolle spielen können. Bei meinen Versuchen zeigten allerdings diese Bestandteile des ungereinigten Acetylens keine merkliche Beeinflussung des Krankheitsbildes. Dennoch wäre es nicht unmöglich, dafs unter Verhältnissen, wo das Acetylen wochen- und monatelang eingeatmet würde, auch diese Verunreinigungen[2]) einen schädigenden Einflufs ausüben könnten."

Versuche von Gréhant 1895.

N. Gréhant stellte an Hunden Versuche an, über deren Ergebnis er vor der Pariser Akademie der Wissenschaften am 21. Oktober 1895 berichtete[1]). Er bereitete sich Gemische von Acetylen, Luft und Sauerstoff, deren Gehalt an Acetylen ein schwankender war, in denen aber stets 20,8 Proz. Sauerstoff, d. h. genau so viel wie in der atmosphärischen Luft enthalten waren. Ein solches Gemisch mit 20 Proz. Acetylen wurde von einem Hunde während 35 Minuten eingeatmet, wobei das Tier keine Störung seines Befindens zeigte; nach dieser Zeit wurden

[1]) Compt. rend. **121**, 564. — [2]) Vergl. hierüber weiter unten, S. 213.

42 ccm Blut abgenommen und darin das Acetylen bestimmt. Es zeigte sich, dafs 100 ccm Blut 10 ccm Acetylen absorbiert hatten.

Ein anderes Gemisch mit 40 Proz. Acetylen (und 20,8 Proz. Sauerstoff) wurde von einem Hunde während 55 Minuten eingeatmet; das Tier war während der Versuchsdauer sehr unruhig und starb, nachdem 112 Liter Gas in seinen Lungen zirkuliert hatten. Das Blut des Tieres, welches einer Vene entnommen wurde, war reich an Acetylen. 100 ccm Blut enthielten 20 ccm des Gases.

Endlich wurde ein solches Gemisch aus Acetylen und Sauerstoff hergestellt, in welchem das Gas den Stickstoff der Luft vollständig ersetzte (79 Proz. Acetylen).

Ein Hund, welcher gezwungen war, dieses Gemisch zu atmen, wurde dauernd unruhig und seine Einatmungen sehr verlängert; 11 Minuten nach dem Anfange des Versuches wurden Zuckungen bemerkt, und nach 27 Minuten starb das Tier.

Gréhant schliefst aus diesen Versuchen, dafs das Acetylen nur in gröfseren Dosen und in 40- bis 79 prozentiger Mischung giftig ist.

Um die Giftigkeit des Acetylens mit der des Leuchtgases zu vergleichen, wurde ein Gemisch von Leuchtgas mit Luft und Sauerstoff bereitet, welches 20,8 Proz. Sauerstoff und 1 Proz. Kohlenoxyd enthielt. Dieses Gemisch wurde von einem Hunde während 10 Minuten eingeatmet, worauf 100 ccm seines Blutes 27 ccm Kohlenoxyd enthielten; das Tier fiel zu Boden und wurde sehr krank; es wäre gestorben, wenn der Versuch noch einige Minuten gedauert hätte. „Das Leuchtgas ist also", so schliefst Gréhant seinen Bericht, „sehr viel giftiger als Acetylen."

Die Beobachtungen von Moissan 1895.

H. Moissan[1]) berichtete über seine Versuche, Acetylen in Stahlcylindern zu komprimieren. Dabei habe er oft Acetylen in kleineren Mengen eingeatmet, ohne jemals irgend welche Unannehmlichkeiten danach empfunden zu haben.

Versuche von Oliver und Bolam[2]) 1898.

Dr. Thomas Oliver, Professor der Physiologie in Newcastle-upon-Tyne, hat zusammen mit Dr. R. A. Bolam eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Giftigkeit des Acetylens an Kaninchen zu prüfen. Wurde ein Kaninchen unter eine Glasglocke gesetzt, in welche man ein Gemisch von Luft und Acetylen pumpte, so schien das Tier lange Zeit hindurch sehr wenig Unbequemlichkeiten zu ertragen. Dies dauerte so lange, als noch atmosphärische Luft vorhanden war; erst als das Acetylen allein vorhanden war, entwickelten sich langsam nach und

[1]) Compt. rend. 121, 566. — [2]) Brit. med. Journ. Nr. 1947 vom 23. April 1898; vergl. auch Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 147.

nach Symptome einer Erkrankung. Dieser Umstand zeigt, dafs, solange noch Sauerstoff in dem das Tier umgebenden Medium vorhanden ist, hauptsächlich Sauerstoff und nur sehr wenig Acetylen vom Blute absorbiert wird. Nach längerer Wirkung des Acetylens — länger als es für Kohlengas nötig ist — wurde das Tier betäubt und verfiel in einen tiefen Schlaf. Während der Versuche wurde der Atem kurz und schnell, eine scheinbar schmerzlose Unempfindlichkeit überfiel das Tier, es empfand keine Reizung der Nerven oder Atmungsorgane, wie sie bei der Betäubung durch andere giftige Dämpfe, wie Schwefelkohlenstoff oder Benzol, oder in der gewöhnlichen Ohnmacht vorhanden ist. War die Schlafsucht bereits eingetreten, die Ohnmacht aber noch nicht zu weit getrieben, so begann das Kaninchen, wenn es aus der Glasglocke entfernt und wieder in atmosphärische Luft gebracht war, sich lebhaft zu bewegen, als wenn ihm nichts passiert sei. Es blieb weder eine Schwäche noch eine Lähmung seiner Glieder zurück. Mit einem Worte, wenige Atemzüge in frischer Luft gaben dem Tiere alle seine früheren Fähigkeiten zurück.

Wurde das Einatmen des Acetylens noch weiter fortgesetzt und das Tier in eine sehr tiefe Ohnmacht versetzt, so konnte der Tod erfolgen; das zunächst beobachtete blaue Aussehen machte dann schnell der äufsersten Blässe Platz. In den geringeren und leicht heilbaren Stadien der Ohnmacht blieb die Spannung der Gefäfse erhalten und machte es keine Schwierigkeiten, Blutstropfen für eine Untersuchung zu bekommen. In weiter fortgeschrittenen Stadien war dies wegen der starken Zusammenziehung der Gefäfse nicht mehr möglich. In diesem Stadium ist eine Wiederherstellung der Tiere schwierig. Es ist interessant, dafs, wenn das Blut des Kaninchens in den verschiedenen Stadien der Vergiftung durch Acetylen untersucht wurde, dasselbe namentlich in der tiefsten Ohnmacht bei spektroskopischer Untersuchung immer zwei wohlbestimmte Streifen des Oxyhämoglobins zeigte; ferner dafs es — unähnlich dem Blute bei Kohlengasvergiftung —, obgleich es auch die kirschrote Farbe zeigte, doch leicht durch Ammoniumsulfit unter mäfsiger Hitze reduziert werden konnte. „Ist daher“, so schliefsen die Verfasser aus ihren Versuchen, „die Ohnmacht keine allzu tiefe — und unter gewöhnlichen Umständen, wie in menschlichen Wohnungen, dürfte es keine reine Acetylenatmosphäre sein, welche ein Individuum einatmet, sondern nur eine Mischung mit atmosphärischer Luft im Überschufs —, so scheint bei Acetylen die Lebensgefahr geringer als bei Kohlengasvergiftung und die Aussicht auf Wiederherstellung durch Versetzen in atmosphärische Luft gröfser zu sein. Der Tod kann jedoch eintreten, wenn die Einatmung sehr lange erfolgte und atmosphärische Luft nicht zugegen war.“

War das Kaninchen durch Acetylen in tiefe Ohnmacht versetzt, waren seine Lippen völlig farblos, die Arterien leer, die Pupillen weit geöffnet, der Atem kurz und unregelmäfsig und die Muskeln völlig

schlaff, so starb es auch nach Entfernung aus der Glocke, der Tod trat, wie bei Blutleere des Gehirns, unter Zuckungen erst der vorderen, dann der hinteren Gliedmafsen und schliefslich des ganzen Körpers ein. Bei der Totenschau fühlte sich das Herz filzig hart an und war ganz zusammengezogen. Beide Herzkammern waren mit Klümpchen dunklen geronnenen Blutes gefüllt, die Lungen waren farblos, die Leber nicht übermäfsig mit Blut gefüllt; die Nieren zeigten an der Verbindungsstelle mit dem Rückenmark eine dunkel venöse Färbung, während die Gefäfse an der Oberfläche des Gehirns farblos und leer waren. Die Blase war aufgeweitet, der Urin frei von Eiweifs und Zucker. Die allgemeine Farblosigkeit durch und durch war auffallend.

Das Kaninchen starb lange nach seiner Entfernung aus der Acetylenatmosphäre, nachdem es schon 20 Minuten in gewöhnlicher Luft oberflächlich und unregelmäfsig geatmet hatte. Die Verfassung des Herzens, wie sie bei der Totenschau gefunden, ist kaum diejenige, wie sie bei der Erstickung beobachtet wurde.

Die Verfasser heben in ihrer Abhandlung im Gegensatz zu ihren mit dem Acetylen gemachten Beobachtungen hervor, dafs beim Einatmen von Steinkohlengas und Wassergas der Tod durch Asphyxie (Stillstand des Blutumlaufs wie beim Erstickungstode) eintritt, da das in diesen Gasen enthaltene Kohlenoxydgas eine aufserordentlich beständige Verbindung mit dem Hämoglobin des Blutes eingeht.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Überblickt man die Versuchsergebnisse, so fällt zunächst ins Auge, dafs ohne jede Ausnahme bei denjenigen Versuchen, bei welchen mit einem Gase gearbeitet wurde, das dem heutigen technischen Acetylen gleichartig ist, das also aus Calciumcarbid und Wasser gewonnen wurde, prinzipielle Unterschiede in den Versuchsergebnissen nicht zu Tage getreten sind.

Mit vollständiger Sicherheit geht aus den Versuchen hervor, dafs:

1. das Acetylen mit dem Blute keine Verbindung eingeht, wie dies das im Steinkohlengas und Wassergas enthaltene Kohlenoxydgas thut, dafs vielmehr das Blut das Acetylengas nur mechanisch auflöst, ohne dabei irgend welche Veränderungen zu erleiden;
2. grofse Mengen von Acetylen im Gemenge mit Luft längere Zeit von Tieren und Menschen eingeatmet werden können, ohne dafs daraus irgend welcher Schade für ihre Gesundheit entsteht. Insbesondere ermittelten Frank und Weyl, dafs ein solches Gemenge mit 9 Proz. Acetylen länger als eine Stunde von weifsen Mäusen vertragen wurde. Rosemann stellte fest, dafs eine Beimengung zur Luft von 19,3 Proz. Acetylen auf zwei Meerschweinchen selbst innerhalb etwas

mehr als $1^1/_2$ Stunde und eine solche von 25,7 Proz. Acetylen auf zwei Katzen innerhalb 40 Minuten keinerlei in Betracht kommende nachteilige Wirkung ausübte. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte Gréhant. Erst wenn 20 Proz. Acetylen und mehr in der Luft stundenlang eingeatmet wurden, traten allmähliche Vergiftungserscheinungen auf.

Auch die vor dem Jahre 1895 über die Giftigkeit des Acetylens angestellten Versuche ergaben genau die gleichen Resultate. Nur Bistrow und Liebreich[1]) einerseits, Levin[2]) andererseits gelangten zu anderen Ergebnissen, die jedoch in so auffallendem Widerspruch zu allen anderen Beobachtungen stehen, dafs an irgend welchen Irrtümern bei diesen Versuchen nicht einen Augenblick gezweifelt werden kann. Vermutlich wird Rosemann in dieser Hinsicht das Richtige getroffen haben, wenn er in Bezug auf die Levinschen Ergebnisse schreibt[3]):

„Bei dem Fehlen jeder Litteraturangabe ist man leider nicht im stande, sich über die Einzelheiten der diesen Angaben zu Grunde liegenden Versuche zu orientieren, so dafs man über die Ursache dieser differierenden Ergebnisse im unklaren bleibt. Es sei hier nur bemerkt, dafs bei den Verfahren, wie sie früher zur Herstellung des Acetylens angewandt wurden, leicht Nebenprodukte dem Acetylen beigemischt waren; es wäre jedenfalls nicht ausgeschlossen, dafs die schweren Vergiftungserscheinungen, über die Levin berichtet, durch eine derartige Verunreinigung hervorgerufen worden wären."

Anwendung der Versuchsergebnisse auf die Praxis.

Wenn die vielfachen Untersuchungen gezeigt haben, dafs das Acetylen in Bezug auf seine Giftwirkung für den menschlichen und tierischen Organismus durchaus zurücksteht hinter der Wirkung des Kohlenoxydgases, so darf doch andererseits nicht verkannt werden, dafs dieses Gas in gröfseren Mengen nicht ungestraft eingeatmet werden darf, wenn man sich nicht nachteiligen Folgen für die Gesundheit, ja unter Umständen sogar einer zum Tode führenden Vergiftung aussetzen will. Es fragt sich, ob in der Praxis in solchen Fällen, in denen einer Beleuchtungsanlage Gas entströmen kann, bei Acetylenanlagen eine derartige Anhäufung von Acetylen in der Luft möglich erscheint, dafs bei anhaltendem Aufenthalt darin die vorerwähnten nachteiligen Folgen entstehen könnten. Ein solches Ausströmen von Acetylen kann nach den langjährigen Erfahrungen der Steinkohlengasindustrie vorkommen:

1. bei versehentlichem Offenlassen eines oder aller Gashähne,
2. beim Undichtwerden der Beleuchtungskörper oder ihrer Verbindungsstellen mit dem Rohrnetz,
3. bei Entstehung eines Rohrbruches.

[1]) Vergl. S. 199. — [2]) Vergl. S. 200. — [3]) A. a. O., S. 195.

Alle drei Möglichkeiten kommen immer und immer wieder beim Steinkohlengas vor; alle drei haben schon vielfach zu tödlich verlaufenden Kohlenoxydgasvergiftungen geführt. Es mufs deshalb mit ihnen auch bei Acetylenbeleuchtungsanlagen gerechnet werden.

Was zunächst das versehentliche Offenlassen von Gashähnen anbelangt, so werden die Verhältnisse durch folgendes, der Praxis entnommenes Beispiel veranschaulicht:

In einer Berliner Wohnung wurden der gröfste Raum (Efszimmer), der kleinste Raum (Badezimmer) und ein Schlafzimmer ausgemessen. Es betrug die Gröfse:

a) des Efszimmers: Höhe = 3,6 m, Breite = 5 m, Länge = 8 m; Inhalt = 144 cbm. Dieses Zimmer wurde für gewöhnlich erleuchtet durch ein Gasglühlicht; zur vollen Beleuchtung werden fünf Glühlichtbrenner benutzt (Steinkohlengas).

b) Badezimmer: Höhe = 3,6 m, Breite = 2 m, Länge = 3,5 m; Inhalt = 25 cbm. Die Erleuchtung erfolgte durch ein elektrisches Glühlicht von 16 Kerzen.

c) Schlafzimmer: Höhe = 3,6 m, Breite = 4,5 m, Länge = 4 m; Inhalt = 65 cbm. Beleuchtung durch ein elektrisches Glühlicht von 25 Kerzen.

Es soll nun angenommen werden, dafs diese Zimmer für reichliche Beleuchtung mit Acetylenlicht eingerichtet würden, und zwar:

a) Efszimmer mit fünf Flammen, jede zu 25 Liter stündlichem Verbrauch.

b) Badezimmer mit einer Flamme zu 10 Liter stündlichem Verbrauch.

c) Schlafzimmer mit einer Flamme zu 25 Liter stündlichem Verbrauch.

Angenommen, diese Zimmer wären vollständig dicht verschlossen, in jedem derselben hielte sich ein Mensch 10 Stunden lang (von 10 Uhr abends bis 8 Uhr früh) schlafend auf, während der bezw. die sämtlichen Gashähne geöffnet wären, so dafs das Acetylen ungehindert daraus entweichen könnte. In den 10 Stunden würden dann ausströmen:

a) im Efszimmer aus den fünf Brennern zu 25 Liter: 1250 Liter Acetylen,

b) im Badezimmer aus dem einen Brenner zu 10 Liter: 100 Liter Acetylen,

c) im Schlafzimmer aus dem einen Brenner zu 25 Liter: 250 Liter Acetylen.

Nach Ablauf der 10 Stunden wären also vorhanden:

a) im Efszimmer: 144 cbm = 144 000 Liter Luft und 1250 Liter Acetylen, d. h. auf 100 Teile Luft 0,8 Teile Acetylen,

b) im Badezimmer: 25 cbm = 25 000 Liter Luft und 100 Liter Acetylen, d. h. auf 100 Teile Luft 0,4 Teile Acetylen,

c) im Schlafzimmer: 65 cbm = 65000 Liter Luft und 250 Liter Acetylen, d. h. auf 100 Teile Luft 0,39 Teile Acetylen.

Hierbei ist die Verschiedenheit im specifischen Gewicht der Luft und des Acetylens völlig unberücksichtigt geblieben. In Wirklichkeit dürfte sich der gröfste Teil des Acetylens unter der Decke angesammelt haben, während $^1/_2$ bis 1 m über dem Fulsboden nur geringe Mengen Acetylen anzutreffen sein dürften.

Dieses Mischungsverhältnis kann ohne jedes Bedenken 10 Stunden lang eingeatmet werden; den Tod eines Menschen oder dauernden Nachteil für dessen Gesundheit könnte das niemals zur Folge haben, wie die angestellten Tierversuche zur Genüge zeigen. Höchstens könnten vorübergehende Kopfschmerzen, Übelkeit oder dergleichen die Folge sein. Dabei ist die vorgesehene Beleuchtung in den fraglichen Räumen als eine reichliche zu bezeichnen, aber selbst wenn sie noch um das Doppelte vermehrt würde und dann auch sämtliche Hähne offen blieben, würde der Tod innerhalb der angenommenen 10 Stunden nicht eintreten.

Wesentlich gröfsere Mengen Acetylengas können allerdings in den beiden anderen Fällen in die Zimmer eintreten. Theoretisch würde man wohl daraus folgern können, dafs bei einem langen Aufenthalt in dem infolge undichter Beleuchtungskörper oder eines Rohrbruches entstehenden Gemisch von Acetylen mit Luft eine Vergiftung vorkommen könne. In Wirklichkeit wäre aber ein solcher Fall kaum denkbar, selbst wenn man annimmt, dafs es sich um Personen handelt, die des Geruchssinnes beraubt, also nicht im stande wären, die einströmenden Acetylenmengen am Geruch zu erkennen[1]). Die Vergiftung mit Acetylen verläuft zwar anfänglich äufserlich ganz ähnlich wie diejenige mit Kohlenoxydgas, indem eine gewisse Schläfrigkeit eintritt. Bei anhaltender Einatmung grofser Acetylenmengen pflegt dann aber eine völlige Veränderung der Vergiftungserscheinungen einzutreten, wie dies namentlich die Versuche von Rosemann gezeigt haben, der seine diesbezüglichen, oben ausführlich mitgeteilten Beobachtungen mit folgenden Worten schildert:

> „Mit einem Male trat Atemnot ein, die Atemzüge folgten schnell und oberflächlich aufeinander, die Tiere sprangen in die Höhe, schrieen laut und liefen wild unter der Glocke hin und her."

Der bei der Kohlenoxydgasvergiftung so gefährliche Zustand andauernder Bewufstlosigkeit kommt hier also vollständig in Fortfall. Die ersten Anzeichen des Eintritts einer wirklich ernsthaften Vergiftung sind derartige, dafs jeder davon Befallene an schleunige Rettung denken würde.

---

[1]) Schon eine Menge von einem Liter völlig gereinigten Acetylens kann in einem Zimmer von 10 cbm Inhalt, also in einer Verdünnung von 1 : 10000 durch den Geruchssinn deutlich wahrgenommen werden.

Wir kommen deshalb zu dem Ergebnis, dafs eine nicht beabsichtigte tödlich verlaufende Vergiftung mit Acetylengas, das in irgend einer Weise einer Beleuchtungsanlage entströmt, praktisch ausgeschlossen ist, ein Ergebnis, das sich insofern mit den Beobachtungen einer mehr als fünfjährigen Praxis deckt, als unseres Wissens noch niemals eine Acetylenvergiftung beobachtet worden ist.

Erkennung des Acetylens im Blut.

Im Anschlufs an die vorstehenden Mitteilungen sei hier einer Untersuchungsmethode von D. Vitali[1]) gedacht, nach welcher derselbe in Vergiftungsfällen das Acetylen aus dem Blute absondert und erkennt. Er benutzt dazu die Löslichkeit des Acetylens in Aceton (25 : 1). Das zu untersuchende, mit 5 bis 8 Proz. reinen wasserfreien Acetons gemischte Blut wird in eine tubulierte Retorte gebracht, die Retorte mit einer ebenfalls tubulierten leeren Vorlage und die Tubulatur derselben mittels eines zweimal rechtwinklig gebogenen Glasrohres mit einem etwas Aceton enthaltenden Kölbchen verbunden. Wird die Retorte im Wasserbade erwärmt und die Vorlage und das Kölbchen mit Eis umgeben, so sondern sich Acetylen und Aceton vom Blute ab, und Acetylen bleibt in dem in der Vorlage sich verdichtenden Aceton gelöst. Die Acetonlösung wird dann mittels der charakteristischen Reaktionen auf Acetylen untersucht. Auch Schwefel- und Phosphorwasserstoff bleiben im Aceton gelöst und können darin erkannt werden.

Wie oben[2]) mitgeteilt, haben Augier und Brociner festgestellt, dafs acetylenhaltiges Blut, selbst noch im angefaulten Zustande, im Vakuum den gröfsten Teil des gelösten Acetylens wieder verliert. Durch Stehenlassen solchen Blutes im luftleeren Raume und nachheriges Absaugen der sich über dem Blute ansammelnden Gase würde man demnach voraussichtlich ebenfalls leicht den qualitativen Nachweis des Acetylens erbringen können.

Die Verunreinigungen des Acetylens im unverbrannten Zustande.

Bei der Mehrzahl der Untersuchungen über die Einwirkung des Acetylens auf die Atmungsorgane bezw. das Blut sind die dem Acetylen anhaftenden gasförmigen Verunreinigungen unberücksichtigt geblieben. Nur Rosemann hat teils mit gereinigtem, teils mit ungereinigtem Acetylen gearbeitet. Die Resultate seiner Versuche zeigen übereinstimmend, dafs beim Einatmen des Gemenges von Acetylen und Luft mit den dem ersteren anhaftenden Verunreinigungen letztere wahrnehmbare nachteilige Wirkungen nicht ausgeübt haben. Von den übrigen Forschern haben Frank und Weyl ein verhältnismäfsig reines,

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 288; daselbst nach „Boll. chim. farmac.". — [2]) Vergl. S. 200.

jedenfalls aber kein gereinigtes Acetylen im heutigen Sinne benutzt. Alle anderen, welche mit einem aus Calciumcarbid hergestellten Acetylen arbeiten, geben nichts über eine Reinigung an. Daraus ist zu schließen, daß sie ungereinigtes Acetylen benutzt haben. Dieser Umstand, zusammen mit den sorgfältigen Untersuchungen Rosemanns, lassen den auch von letzterem gezogenen Schluß zu, daß die Menge der Verunreinigungen eine zu geringe ist, um schädliche Einwirkungen ausüben zu können. Wir werden sehen, wie weit sich diese Folgerung mit theoretischen Erwägungen deckt.

Die hier in Betracht kommenden Verunreinigungen sind: Phosphorwasserstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Über die giftige Wirkung des Phosphorwasserstoffs, an der an sich nicht zu zweifeln ist, ist in der Fachlitteratur so gut wie nichts zu ermitteln. Bekannt ist, daß der Phosphorwasserstoff ein stark nach Knoblauch riechendes Gas ist, das beim Einatmen zum Husten reizt. Dragendorff[1]) teilt mit, es „solle“ einmal eine Vergiftung mit Phosphorwasserstoff versucht sein. Versuche von Briliant hätten die Übereinstimmung der Wirkung des Phosphorwasserstoffs mit derjenigen des Phosphors (?) ergeben. Die Vergiftung würde an der Leiche selbst schwer konstatiert werden können. Nach Bider soll Phosphorwasserstoff bei kurzer Einwirkung auf Blut das Spektrum nicht ändern, bei längerer Einwirkung sollen die Bänder des Oxyhämoglobins schwinden, an deren Stelle dann ein Reduktionsband auftritt.

Schwefelwasserstoff. Dieses ekelhaft riechende Gas ist ein beständiger, wenn auch geringer Bestandteil der menschlichen Darmgase. Es giebt ferner den faulenden Eiern ihren charakteristischen Geruch und bildet sich in großen Mengen in Abtrittsgruben.

Nothnagel und Roßbach[2]) sagen: „Seine giftige Wirkung ist keine geringe, doch hat man sie übertrieben geschätzt, wenn man sie neben die der Blausäure stellen wollte. Menschen, z. B. Chemiker, Grubenarbeiter, halten sich oft lange in einer ziemlich schwefelwasserstoffreichen Atmosphäre auf, ohne wesentlich angegriffen zu werden. Die tödliche Grenze für den Menschen kennt man nicht, doch sollen Hunde in einer Luft, die mehr als $^1/_{10}$ Proz. Schwefelwasserstoff enthält, sterben.

Dragendorff[3]) teilt mit, daß nach Versuchen von Lehmann der einer Luft zu 0,15 bis 0,2 pro Mille beigemengte Schwefelwasserstoff bei kurzer Einatmung durch Menschen völlig absorbiert wird. Bei Vergiftung mit Schwefelwasserstoff scheine eine besondere Reaktion auf das Blut ausgeübt zu werden. Man fand das letztere nach dem Tode dunkelrot bis schwarzblau gefärbt, die Blutkörperchen waren eckig zerrissen. Beim Verdünnen mit Wasser wurde ein solches Blut schwarz-

---

[1]) Dragendorff, Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften. 4. Aufl., 1895, 94. — [2]) Handb. d. Arzneimittellehre 1887, 308. — [3]) A. a. O., S. 62.

grün. Nach den Untersuchungen von Belky ist Schwefelwasserstoff insofern ein starkes Gift, als es das Oxyhämoglobin des Blutes reduziert. Belky bestreitet aber, dafs es sich unter diesen Umständen mit dem Farbstoff verbindet.

Ammoniak, ein stechend riechendes, die Augen zu Thränen reizendes Gas, kann selbst in verhältnismäfsig grofsen Mengen lange Zeit ohne Schaden für die Gesundheit eingeatmet werden. In agrikulturchemischen Laboratorien pflegt man für gewisse Arbeiten ein eigenes „Ammoniakzimmer" einzurichten, in dem stets ein derartig hoher Gehalt der Luft an Ammoniak zu herrschen pflegt, dafs sich bei Personen, die an den Aufenthalt in einer solchen Atmosphäre nicht gewöhnt sind, schon nach einem Verweilen von nur wenigen Minuten darin heftiges Thränen der Augen einzustellen pflegt. Der eine von uns hat wiederholt wochenlang in einem solchen Zimmer mit kurzen Pausen 8 bis 10 Stunden täglich gearbeitet, ohne jemals irgend welche nachteiligen Folgen davon zu verspüren. Lehmann bezeichnet 0,3 pro Mille als Grenze des in Luft zulässigen Ammoniakgehaltes. Dragendorff giebt an, dafs 0,15 Proz. Ammoniak als Beimengungen der Luft Erkrankungen bewirken.

Die Menge der im rohen Acetylen vorhandenen gasförmigen Verunreinigungen ist grofsen Schwankungen unterworfen. Man kann annehmen, dafs bei Benutzung schlechten Carbides, schlechter Apparate und Mangel jeglicher Vorrichtung zum Waschen des Gases in 1 cbm Acetylengas enthalten sein können:

bis zu	4,5	Liter	Phosphorwasserstoff,
„ „	33,0	„	Schwefelwasserstoff,
„ „	2,5	„	Ammoniak.

Oben haben wir gezeigt, dafs beim Öffnen aller Gashähne in mit Acetylen beleuchteten Räumen sich innerhalb eines Zeitraumes von 10 Stunden auf 100 Teile Luft bis zu 0,8 Teile Acetylen anhäufen können. In letzteren könnten nun enthalten sein:

bis zu	0,0036	Teile	Phosphorwasserstoff,
„ „	0,0264	„	Schwefelwasserstoff,
„ „	0,0020	„	Ammoniak.

Diese Zahlen zeigen wohl zur Genüge, dafs in solchen Fällen, in welchen in geschlossenen Räumen die Gashähne selbst bis zu 10 Stunden geöffnet bleiben, die mit dem Acetylen möglicherweise in den Raum gelangenden Verunreinigungen sehr gering sind und jedenfalls auf in den Räumen weilende Menschen eine schädigende Wirkung nicht ausüben können.

In einem solchen Acetylen-Luft-Gemenge, das durch seinen Acetylengehalt bei längerer Einwirkung schädigend wirken kann, kommen bei Benutzung unreinen Acetylens natürlich gröfsere Mengen der Ver-

unreinigungen in Betracht. Bei einem Gehalt von 20 Proz. Acetylen könnte ein solches Gemenge enthalten:

bis zu 0,09 Proz. Phosphorwasserstoff,
„ „ 0,66 „ Schwefelwasserstoff,
„ „ 0,05 „ Ammoniak.

Ammoniak würde selbst in solchen Mengen noch nichts schaden, während die Menge des Schwefelwasserstoffgases und vielleicht auch diejenige des Phosphorwasserstoffs an sich grofs genug wäre, um zu einer Vergiftung zu führen. Ob sie aber nicht doch neben der erfolgenden Acetylenvergiftung nur von ganz untergeordneter Bedeutung wäre, möge dahingestellt bleiben. Die Versuche von Rosemann sprechen dafür. Übrigens sei noch hervorgehoben, dafs ein so abnorm hoher Schwefelwasserstoffgehalt, der zu der vorstehenden Zahl führen würde, nur dann in Frage kommen kann, wenn das Acetylen ohne jeden Wasserüberschufs (z. B. Tropfapparat) entwickelt wird und keinerlei Waschung des Gases mit Wasser oder wässerigen Lösungen erfolgt. In allen anderen Fällen erreicht der Schwefelwasserstoffgehalt wohl kaum den zehnten Teil der vorstehenden Höchstzahl.

Aus den mitgeteilten Untersuchungsergebnissen einerseits, aus den vorstehenden Berechnungen und Erwägungen andererseits scheint uns mit Bestimmtheit hervorzugehen, dafs die dem Acetylen anhaftenden Verunreinigungen selbst in ungünstigsten Fällen — praktisch genommen — niemals zu einer Vergiftung führen können. Entweder ist die Acetylenmenge — wie beim Ausströmen aus offengelassenen Gashähnen — an sich so gering, dafs sie eine Vergiftung nicht zur Folge hat, dann schaden auch die etwa beigemengten Verunreinigungen wegen ihrer äufserst geringen Menge nichts; oder das Acetylen sammelt sich in einer die menschliche Gesundheit schädigenden Menge an, dann steht die Wirkung der Verunreinigungen weit hinter derjenigen des Acetylens zurück.

Die nicht selten geäufserte Meinung, dafs, wenn das Einatmen gröfserer Mengen Acetylen zu einer Schädigung der Gesundheit führen sollte, dies nicht Schuld des Acetylens, sondern seiner Verunreinigungen, insbesondere des Phosphorwasserstoffs, wäre, ist danach aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zutreffend.

Acetylen und seine Beimengungen bei der Verbrennung.

Der Wert einer Lichtquelle in hygienischer Hinsicht wird vornehmlich bedingt durch folgende Umstände:

1. Veränderung der Zusammensetzung der Luft und dadurch bedingter Einflufs auf die Atmungsorgane bezw. das Blut.
2. Wärmeausstrahlung.
3. Wirkung auf das Auge.

Einflufs des Acetylenlichtes auf die Zusammensetzung der Luft.

Zur Verbrennung eines Gases ist eine bestimmte Menge Sauerstoff erforderlich, die für gewöhnlich der atmosphärischen Luft entzogen wird. Die Hauptbestandteile der zur Beleuchtung benutzten Gase sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der Verbrennung werden sie in Kohlensäure und Wasser bezw. Wasserdampf umgewandelt. Diese Vorgänge verlaufen jedoch nicht immer quantitativ. Es kommt nicht immer und nicht bei allen Leuchtgasen zur ausschliefslichen Umwandlung in diese beiden Stoffe. Vielmehr können, zum Teil bedingt durch die verfügbare Menge des Sauerstoffs, auch Erzeugnisse einer unvollkommenen Verbrennung entstehen, so z. B. das Kohlenoxydgas.

Bei der Verbrennung eines Leuchtgases im geschlossenen Raume wird also der für die Atmung nützliche Bestandteil der Luft, der Sauerstoff, allmählich abnehmen, während die der Atmung mehr oder weniger unzuträglichen Bestandteile derselben, insbesondere die Kohlensäure, eine Vermehrung erfahren. Je weniger Sauerstoff also bei Verbrennung eines Leuchtgases im geschlossenen Raume verbraucht wird und je weniger Verbrennungsprodukte dabei entstehen, um so weniger wird die Atmungsluft verschlechtert. Ein Leuchtgas, welches in dieser Hinsicht keinerlei ungünstigen Einflufs auf die Zusammensetzung der umgebenden Luft ausübt, wie dies z. B. beim elektrischen Glühlicht der Fall ist, giebt es nicht. Lewes[1]) giebt die Veränderung der Luft im Verlaufe einer Stunde[2]) durch verschiedene Lichtarten bei einer Lichtmenge von 64 Normalkerzen, als der zur Beleuchtung eines mittelgrofsen Zimmers erforderlichen, wie folgt, an:

Lichtart	Aus der Luft verbrauchte Sauerstoffmenge Liter	Verbrennungsprodukte	
		Wasserdampf Liter	Kohlensäure Liter
Walratkerze	1090	741	1234
Petroleum	705	396	1126
Londoner Steinkohlengas:			
Fledermausbrenner	739	832	543
Argandbrenner	651	724	481
Regenerativbrenner	300	235	147
Glühlicht	88	130	51
Acetylen	142	57	113

Sehr ausführlich behandelt Ernst Neuberg[3]) die in hygienischer Hinsicht in Betracht kommenden Eigenschaften des Acetylens. Nach

[1]) Handbuch **1900**, 588. — [2]) Lewes bemerkt zu seiner Tabelle nicht, in welcher Zeit, offenbar meint er aber in der Stunde. — [3]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. **4**, 59 u. f.

ihm verhalten sich die Verbrennungsprodukte des Acetylens zu denjenigen anderer Lichtarten in der in nachstehender Tabelle niedergelegten Weise:

Lichtquelle	Wasserdampf pro HE und Stunde g	Kohlensäure pro HE und Stunde g
Acetylen: Zweiarmiger Brenner . . .	0,405	1,98
„ Braybrenner	0,373	1,84
Steinkohlengas: Schnittbrenner . . .	20,4	23,1
„ Argandbrenner . . .	6,9	8,8
„ Auerbrenner	1,0	1,2
Elektrisches Glühlicht	—	—
„ Bogenlicht	—	Spuren
Petroleum	5,05	12,5
Paraffinkerze	9,1	22,3

Die von Lewes gegebenen Zahlen zeigen ebenso, wie diejenigen von Neuberg, dafs unter allen offenen Flammen diejenige des Acetylens der Luft am wenigsten Wasserdampf und Kohlensäure zuführt. Wie sich in dieser Hinsicht das Glühlicht des Acetylens zu demjenigen des Steinkohlengases verhält, ist unseres Wissens bis jetzt durch direkte Versuche nicht festgestellt. Auf Grund theoretischer Erwägungen ist anzunehmen, dafs das Acetylen letzterem auch in der Form des Glühlichtes überlegen ist.

Kohlenoxydgas entsteht bei der Verbrennung der Acetylenflamme nicht bezw. nicht in irgendwie in Betracht kommenden Mengen, im Gegensatz zu allen anderen offenen Flammen, bei denen dieses schädliche Gas in Mengen produziert wird, die zwar meist nicht grofs sind, aber doch immerhin in Betracht kommen. Also auch in dieser Hinsicht ist die Acetylenflamme allen anderen offenen Flammen erheblich überlegen.

Die strahlende Wärme der Acetylenflamme.

Über die Temperatur der Acetylenflamme ist an anderer Stelle[1]) Näheres mitgeteilt. An sich ist dieselbe höher (1900° C.) als diejenige des Steinkohlengases (1780° C.). Angesichts des gröfseren Bedarfs von letzterem zur Erzeugung der gleichen Lichtmenge stellen sich aber auch hier die Verhältnisse für das Acetylenlicht bedeutend günstiger. In hygienischer Hinsicht interessiert hierbei die Frage, welche Wärmemenge von den verschiedenen Lichtarten bei einer gewissen Lichtmenge entwickelt wird. Dabei kommt natürlich nicht die totale Verbrennungswärme in Betracht, sondern nur diejenige, welche sich nach Abzug der

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Acetylenlicht, Eigenschaften“.

latenten Wärme des Wasserdampfes ergiebt („natürliche“ Verbrennungswärme nach Rubner), die sich der Umgebung teils auf dem Wege der Wärmestrahlung, teils auf demjenigen des Wärmetransportes durch die heifsen Verbrennungsgase mitteilt. Setzt man nach Lewes[1]) bei einer Lichtstärke von je 64 Normalkerzen die vom Steinkohlengas-Glühlicht ausgehende Wärmemenge = 100, so ist diejenige des Argandbrenners beim Steinkohlengas = 571 und diejenige der offenen Acetylenflamme = 115. Für das Acetylen-Glühlicht liegen einschlägige Untersuchungen nicht vor.

Motais[2]) hat durch vergleichende Untersuchungen festgestellt, dafs in einem Saale von 485 cbm Rauminhalt neun Leuchtgasbrenner von je 200 Liter Konsum eine allgemeine Temperaturerhöhung von 2,5° C. ergaben. Wurde dieselbe Lichtmenge mit Acetylen erzeugt, so betrug die Wärmezunahme nur 1,33°, so dafs also das letztere um 1,17° weniger Wärme abgab als das Leuchtgas. Messungen über die direkte Erwärmung des Kopfes, die durch Blutandrang nach dem Gehirn und besonders den Augen eine sehr beachtenswerte Gefahrquelle darstellt, ergaben für das Acetylenlicht noch viel günstigere Resultate. Ein Leuchtgasbrenner von 250 Liter in 50 cm Entfernung gab nach einer Stunde eine Temperaturerhöhung um 12,5°, während ein Acetylenbrenner von 20 Liter bei einer höheren Leuchtkraft nur 1,5° Erwärmung lieferte, also um 11° weniger! In diesem wichtigen Punkte zeigt offenbar die offene Acetylenflamme eine ganz augenscheinliche Überlegenheit gegenüber der offenen Flamme des Steinkohlengases.

Von wie grofser Bedeutung dies ist, geht indirekt auch aus den von Renk[3]) in einem Theatersaal angestellten Versuchen hervor. Im Verlaufe von 1½ Stunden wurde die Temperatur gesteigert:

	Im Parkett		Auf der Galerie	
	im leeren Saale Grad C.	während der Vorstellung Grad C.	im leeren Saale Grad C.	während der Vorstellung Grad C.
Durch Steinkohlengas (offene Flamme) . . .	2,5	11,7	8,1	12,8
Durch elektrisches Glühlicht	0,2	7,7	0,5	7,4

Auch andere Autoren, z. B. Geelmuyden und Prausnitz, fanden Temperatursteigerungen durch Steinkohlengaslicht in offenen Flammen bis zu 14° C.

[1]) Handbuch 1900, 589. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 66. — [3]) Arch. f. Hyg. 3, 1885, 1.

Allerdings kommt, wie hervorgehoben werden möge, die Temperatursteigerung durch offene Flammen des Steinkohlengases in geschlossenen Räumen, soweit sie zu Vergnügungen bestimmt sind, heute nicht mehr in Frage, da dort bei Benutzung des Steinkohlengases nur noch Glühlicht gebrannt wird. Dagegen ist in manchen Fabrikbetrieben wegen der Erschütterungen der Glühstrumpf nicht verwendbar. Hier ist vielfach noch die offene Steinkohlengasflamme im Gebrauch und gerade hier, wo zumeist schon die verschiedensten anderen Faktoren einen gesundheitlich ungünstigen Einfluſs auf die Arbeiter ausüben, verdienen die hygienischen Vorzüge des Acetylenlichtes ganz besondere Beachtung. Noch mehr gilt letzteres dort, wo, in zumeist kleineren Ortschaften, die Petroleumlampe unter anderen auch noch zur Beleuchtung von Räumen, die zur Versammlung vieler Personen dienen, im Gebrauche ist. In dieser Hinsicht interessieren die von W. Wedding[1]) mitgeteilten Zahlen, welche die Wärmemenge angeben, die bei verschiedenen Beleuchtungsarten zur Erzeugung von 100 Hefnerkerzen erforderlich ist.

Petroleum	3200	Wärmeeinheiten
Steinkohlengas-Glühlicht . .	1000	„
Spiritus-Glühlicht	1060	„
Acetylen (offene Flamme) .	890	„
Elektrisches Glühlicht . . .	259	„

Auch Neuberg[2]) kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Nach ihm beträgt die Raumerwärmung in Kg cal. pro HE und Stunde bei Benutzung von:

Acetylenlicht: Zweiarmiger Brenner . . .	7,22
„ Bray-Brenner	7,85
Spiritus-Glühlicht	10,48
Petroleum	41,20
Petroleum-Glühlicht	17,10
Paraffinkerze	76,15

Diese Zahlen decken sich übrigens nicht ganz mit den oben von Lewes mitgeteilten, soweit das Verhältnis zwischen offener Acetylenflamme und Steinkohlengas-Glühlicht in Betracht kommt. Sie zeigen aber ebenso, wie jene, daſs die Wärmeausstrahlung der offenen Acetylenflamme, praktisch genommen, derjenigen des Steinkohlengas-Glühlichtes gleich ist, während sie nur rund ein Viertel bis ein Fünftel von derjenigen des Petroleumlichtes beträgt.

Die Qualität des Acetylenlichts und sein Einfluſs auf das Auge.

Die Farbe der offenen Acetylenflamme ist fast vollständig weiſs[3]). Sie nähert sich von allen Flammen derjenigen des Sonnenlichtes am

[1]) Ges.-Ing. 1897, 8. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 474. — [3]) Näheres hierüber vergl. weiter unten in dem Abschnitt: „Acetylenlicht, Eigenschaften.“

meisten und ist schon deshalb für das Auge als die zuträglichste anzusehen. Dazu kommt der weitere Vorzug ihrer grofsen Festigkeit und Unbeweglichkeit, die bei keiner anderen Flamme auch nur annähernd so vollkommen vorhanden ist. Leider sind vergleichende Untersuchungen mit anderen Lichtarten über den Einflufs des Acetylenlichtes auf das Auge nicht ausgeführt worden. Wir können aber übereinstimmend auf Grund unserer langjährigen Erfahrungen bestimmt sagen, dafs keine andere offene Flamme bei Benutzung geeigneter Lichtschirme für das Auge nur annähernd so wohlthuend ist, wie diejenige des Acetylens.

Die weifse Farbe des Acetylenlichtes gestattet, dafs bei seinem Gebrauche die verschiedenen Farbentöne sich dem Auge genau so darbieten, wie beim Sonnenlicht, ein Vorteil, der z. B. bei seiner Benutzung in der Textilindustrie von aufserordentlichem Werte ist. Es ist diese Thatsache jedem bekannt, der mit dem Acetylenlicht praktische Erfahrungen sammelte. Dieselbe pflegt z. B. von den Manufakturwarenhändlern in den mit Acetylenzentralen versehenen Ortschaften stets rühmend anerkannt zu werden. Durch direkte Versuche hat Motais[1]) dies noch besonders festgestellt, indem er Prüfungen mit einer grofsen Anzahl Farbenproben vornahm. Letztere bestanden in bunten Fäden von allmählicher Abschattierung und in zahlreichen Nuancen. Sie wurden bei Acetylenlicht gesichtet und nach der Farbe geordnet. Dabei zeigte sich, dafs sich die Färbungen genau wie bei Tageslicht präsentierten und bei keiner Nuance irgend welche Abweichungen vorkamen.

Während über andere Lichtarten aus dem letzten Jahrzehnt zahlreiche Untersuchungen darüber vorliegen, wie sie sich zu den von den Hygienikern für die Beleuchtung von Innenräumen gestellten Anforderungen verhalten, sind diese Fragen für das Acetylenlicht noch so gut wie gar nicht bearbeitet worden. Es mag dies zum Teil darauf zurückzuführen sein, dafs die in dieser Hinsicht thatsächlich existierenden Vorzüge des Acetylenlichtes derart auf der Hand liegen, dafs sie bei dessen Gebrauch nicht übersehen werden können. Immerhin wäre es wünschenswert, dafs durch exakte Versuche auch zahlenmäfsige Anhaltspunkte hierfür gewonnen werden. Es würde dann z. B. der Fall nicht mehr möglich sein, der sich im Jahre 1900 in einer mit Acetylenzentrale versehenen schlesischen Stadt ereignete. Hier war geplant, die Schulen an das Rohrnetz anzuschliefsen. Von der vorgesetzten Behörde wurde dies jedoch unter anderem mit dem Hinweis darauf nicht gestattet, dafs über die Einwirkung des Acetylenlichtes auf die Augen noch keine genügenden Erfahrungen gesammelt seien.

---

[1]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 67.

Schlufsbetrachtungen.

Über die hygienische Beurteilung der verschiedenen Arten künstlicher Beleuchtung mit besonderer Berücksichtigung der Lichtverteilung liegt aus neuerer Zeit eine sehr sorgsame Studie vor von Professor Dr. F. Erismann[1])-Zürich. Leider ist dabei das Acetylen nur sehr wenig berücksichtigt und dann auch durchweg nur auf Grund ganz veralteter Angaben. Erismann stellt am Schlusse seines Vortrages die folgenden acht Leitsätze[2]) auf über die Aufgaben, welche der Beleuchtungstechnik von Seiten der Hygiene in Bezug auf Beleuchtung von Innenräumen zu stellen sind:

„1. Die auf jeden Arbeitsplatz fallende Lichtmenge, die sogenannte indizierte Helligkeit (Beleuchtungskraft), sowie die Flächenhelligkeit der Arbeitsplätze (eine Funktion der indizierten Helligkeit und der Reflexionsfähigkeit der beleuchteten Fläche) mufs hinreichend grofs sein. Für gröbere Arbeiten auf gut reflektierenden Flächen genügen 10 Meterkerzen; für feinere Arbeiten und bei ungünstigen Reflexionsbedingungen sind dagegen wenigstens 25 bis 30 Meterkerzen erforderlich. Die Kontrolle über die Platzhelligkeit ist durch photometrische Messungen auszuüben.

2. Die Luftverderbnis durch Produkte der vollkommenen oder unvollkommenen Verbrennung der Leuchtstoffe (bei denjenigen Beleuchtungsmethoden, welche das Licht aus Verbrennungsprozessen schöpfen) soll möglichst gering sein. Es mufs hier möglichste Reinheit des Brennmaterials verlangt werden. Und da mit der Gröfse des Konsums die absolute Menge der Verbrennungsprodukte zunimmt, so verdient unter übrigens gleichen Umständen diejenige Beleuchtungsart den Vorzug, bei welcher der Gesamtverbrauch von Brennmaterial pro Lichteinheit am geringsten ist.

3. Es darf durch die künstliche Beleuchtung keine wesentliche Temperatursteigerung im beleuchteten Raume stattfinden, d. h. die Heizwirkung der Lichtquellen soll möglichst gering sein. Bei Beleuchtungsarten, bei denen heifse Verbrennungsgase in gröfserer Menge auftreten, müssen dieselben in entsprechender Weise abgeführt werden. Für die Verminderung des Wärmetransportes durch heifse Gase ist es wichtig, dafs ein möglichst grofser Anteil des gesamten Energievorrates

[1]) Vortrag, gehalten auf der Versammlung des „Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege“ zu Nürnberg am 13. September 1899, veröffentlicht in „Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege“ 32, 11. — [2]) Wir haben diese Leitsätze mit Absicht nicht an die Spitze dieses Kapitels gestellt, weil ihre Nutzanwendung auf das Acetylenlicht — von Punkt 7 abgesehen — wegen der mangelnden oder unzureichenden exakten Untersuchungen in den meisten Fällen nicht zahlenmäfsig möglich gewesen wäre, teilen sie aber an dieser Stelle unter anderen auch deshalb mit, weil wir hoffen, dadurch eine Anregung zur Bearbeitung der hier noch nicht zahlenmäfsig beantworteten offenen Fragen zu geben.

(der Gesamtwärme) in Licht verwandelt werde, und dafs somit der Konsum an Brennmaterial im Verhältnis zur Helligkeit der Flamme möglichst gering sei.

4. Die dunkle Wärmestrahlung der Lichtquellen darf nicht belästigend sein. Die Belästigung kann durch gröfsere Entfernung der Leuchtkörper von den im Raume anwesenden Personen vermindert werden. Da aber hierbei die Helligkeit rasch abnimmt, so müssen in der Beleuchtungsart selbst die Bedingungen für geringe Wärmestrahlung gegeben sein, d. h. es sind solche Lichtquellen vorzuziehen, bei denen das calorische Äquivalent des nicht leuchtenden Flammenteiles möglichst gering ist. Auch mufs die Konstruktion der Brenner oder überhaupt der zur Lichterzeugung verwendeten Apparate eine derartige sein, dafs ceteris paribus der möglichst niedrige Strahlungswert erreicht wird. Als die beste Lichtquelle mufs unter übrigens gleichen Verhältnissen diejenige betrachtet werden, bei welcher die auf eine Kerzenhelligkeit kommende Wärmestrahlung am geringsten ist. Die Wärmestrahlung einer idealen Lichtquelle sollte verschwindend klein sein. Von diesem Standpunkte aus ist die Farbe des Lichtes nicht ohne Bedeutung, da einem Lichte, welches viel rote Strahlen führt, im allgemeinen eine hohe, einem Lichte mit überwiegendem Grün und Blau dagegen eine kleine Wärmestrahlung entspricht.

5. Lichtquellen, die einen grofsen Glanz besitzen, bei denen also auf die Einheit der leuchtenden Fläche eine grofse Lichtmenge kommt, müssen dem Auge entrückt oder in entsprechender Weise abgeschwächt werden.

6. Ein Zucken der Lichtquellen — eine abwechselnde Zu- und Abnahme der Lichtintensität — ist bei der Beleuchtung von Innenräumen zu vermeiden. Ein gleichmäfsiges, ruhiges Licht ist überall zu fordern, aber namentlich da absolut notwendig, wo Arbeiten ausgeführt werden, welche das Auge längere Zeit oder in erhöhtem Mafse in Anspruch nehmen (Schulzimmer, gewisse Werkstätten u. s. w.).

7. Die Gefahren — Vergiftung, Explosion, Feuersgefahr, elektrischer Schlag —, welche den Konsumenten oder dem Publikum überhaupt durch Installation oder Betrieb von Beleuchtungseinrichtungen drohen könnten, sollen möglichst gering sein.

8. Nicht weniger wichtig und für gewisse Innenräume (namentlich Schulen) noch wichtiger als die Beschaffung einer möglichst grofsen Lichtquantität ist eine richtige Verteilung des Lichtes und die Abschwächung der Schattenbildung. Diese Aufgabe kann bei direkter Beleuchtung nur unter besonderen Umständen erfüllt werden (wenn jedem Schüler eine mit abblendendem Lampenschirm versehene Lichtquelle gegeben wird). Am einfachsten und sichersten wird der Zweck erreicht durch Anwendung des indirekten (diffusen) Lichtes. Für Schulzimmer ist dies die einzig richtige und allen Anforderungen der Hygiene entsprechende Beleuchtungsart. Sie kann aber auch in Ge-

schäftslokalen, Werkstätten und dergleichen sehr gute Dienste leisten. Die lästige Wärmestrahlung der Lichtquellen wird durch die diffuse Beleuchtung vollkommen beseitigt, weil hierbei die Leuchtkörper hoch über den Köpfen der Anwesenden angebracht werden.

Eine Kombination des direkten Lichtes mit dem indirekten vermittels durchscheinender Milchglasreflektoren ist da, wo die Bedingungen einer lästigen Schattenbildung gegeben sind (d. h. wo geschrieben, gezeichnet wird und dergleichen) nicht rätlich und sind undurchsichtige Metallschirme als Reflektoren den Milchglasschirmen vorzuziehen."

Die im zweiten Teile dieses Kapitels gegebenen Darlegungen zeigen zur Genüge, dafs keine andere offene Flamme so sehr den Anforderungen entspricht, welche in den vorstehenden Leitsätzen 1 bis 6 und 8 niedergelegt sind, wie das Acetylen, wenngleich dies nicht überall durch exakte Zahlen belegt werden kann. Ganz besonders tritt dies hervor, wenn man erwägt, dafs als Konkurrenten des Acetylenlichtes in erster Linie nur das Petroleumlicht und die offene Flamme des Steinkohlengases in Frage kommen. Über die unter 7 gestellten Forderungen ist, soweit sie sich auf Explosionsmöglichkeiten und Feuersgefahren beziehen, an anderer Stelle[1]) dieses Buches ausführlich berichtet worden, während die Frage der Giftigkeit im ersten Teile dieses Abschnittes[2]) eingehend behandelt wurde. Die dort niedergelegten Untersuchungsergebnisse lassen ebenso wie die in der Praxis gesammelten Erfahrungen die letztgenannte Frage als eine endgültig gelöste erscheinen.

Die an sich in hygienischer Hinsicht hervorragenden Eigenschaften des Acetylens können, wie schon oben hervorgehoben[3]), wesentlich beeinträchtigt werden, sofern nicht ein hinreichend gereinigtes Gas zur Verwendung gelangt. Insbesondere ist es der Phosphorwasserstoff, dessen Verbrennungsprodukte zu unangenehmen Reizerscheinungen für die Atmungsorgane Veranlassung geben können. Wenn auch die dabei in Frage kommenden Mengen bestimmt nicht grofs genug sind, um etwa ernsthafte Gesundheitsstörungen hervorzurufen, so können doch die dadurch bedingten Nachteile (Hustenreiz u. s. w.) die sonstigen Vorzüge des Acetylenlichtes in gesundheitlicher Hinsicht illusorisch machen. Es ist deshalb auf eine ausreichende Reinigung des Acetylens besondere Obacht zu verwenden, was technisch auf keinerlei Schwierigkeiten stöfst, da wir über eine ganze Reihe brauchbarer Reinigungsverfahren verfügen, die sich im mehrjährigen Betriebe gut bewährt haben[4]).

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen". — [2]) S. 199 bis 213. — [3]) Vergl. S. 198. — [4]) Näheres hierüber vergl. weiter unten in dem Abschnitt „Reinigung des Acetylens".

Verunreinigungen des technischen Acetylens, ihre Erkennung und ihre Beseitigung.

Die Verunreinigungen.

Von allen im technischen Carbid befindlichen Verunreinigungen sind für die Acetylentechnik von besonderer Wichtigkeit diejenigen, welche durch Wasser unter Entbindung gasförmiger Produkte zersetzt werden. Diese Verunreinigungen spielen eine grofse Rolle bei der technischen Gewinnung des Acetylens [1]), da die aus denselben entstehenden und dem erhaltenen Acetylen beigemengten Verbindungen zum Teil ungünstig auf die Leuchtkraft [2]) des Gases einwirken, zum Teil auch die Entwickelungssicherheit gefährden.

Die Natur der aus diesen durch Wasser zersetzlichen Verunreinigungen des Carbides erhaltenen Produkte ist keine gleichbleibende. Sie richtet sich nach der Art der für die Zersetzung des Carbides gebräuchlichen Apparate und ist weiter in erster Reihe abhängig von der bei seiner Zersetzung herrschenden Temperatur. Im technischen Acetylen ist mit Sicherheit das Vorhandensein folgender Verunreinigungen festgestellt worden:

1. schwefelhaltige Produkte,
2. phosphorhaltige „
3. stickstoffhaltige „
4. siliciumhaltige „
5. arsenhaltige „
6. Wasserstoff,
7. Kohlenoxyd,
8. Stickstoff,
9. Sauerstoff.

1. Schwefelhaltige Produkte. Wie im Kapitel „Verunreinigungen des technischen Carbides“ bereits mitgeteilt wurde [3]), befindet sich der Schwefel im Carbide hauptsächlich in Form dreier Verbindungen: des Aluminiumsulfides, des Calciumsulfides und des Calciumcarbosulfides. Alle drei geben bei der Zersetzung mit Wasser schwefelhaltige Verunreinigungen des Acetylens, jedoch verschieden unter den verschiedenartigen Bedingungen. Aluminiumsulfid wird vom Wasser sowohl in der Kälte, als auch in der Wärme unter Abscheidung von Schwefelwasserstoff zersetzt. Das Calciumsulfid wird vom kalten Wasser dissociiert, es giebt deshalb Schwefelwasserstoff nur bei höherer Temperatur ab. Das Calciumcarbosulfid wird weder bei gewöhnlicher Temperatur noch bei höherer durch Wasser zersetzt, giebt jedoch bei letzterer flüchtige schwefelhaltige Produkte.

---

[1]) Näheres darüber, wie überhaupt über die Vorgänge bei der Zersetzung des Carbides vergl. S. 263 bis 270, sowie ferner S. 434 bis 458. — [2]) Vergl. S. 374. — [3]) Vergl. S. 64.

Nach dem chemischen Vorgange zu urteilen, der bei der Zersetzung des technischen Carbides durch Wasser erfolgt, wäre anzunehmen, daſs im technischen Acetylen sich der Schwefel ausschlieſslich in Form von Schwefelwasserstoff befinden müſste. Dies ist jedoch nicht der Fall. Lunge und v. Cedercreutz[1]) haben nachgewiesen, und Moissan[2]) hat dies bestätigt, daſs im Acetylen Schwefelverbindungen vorhanden sind, welche durch Bleinitrat nicht gefällt werden, demnach kein Schwefelwasserstoff sind. Geleitet von der Erkenntnis, daſs Calciumsulfid durch Wasser wohl dissociiert wird, jedoch keinen Schwefelwasserstoff giebt, und ferner, daſs vollkommen aluminiumfreie Carbide, die demnach kein durch Wasser zersetzbares und Schwefelwasserstoff lieferndes Aluminiumsulfid enthalten, ebenfalls schwefelwasserstoffhaltiges Acetylen liefern, hat Wolff[3]) angenommen, daſs im Carbide unbekannte schwefelhaltige Verbindungen enthalten sind, welche organische schwefelhaltige, mit Wasser Schwefelwasserstoff bildende Produkte liefern.

Durch experimentelle Untersuchungen hat Caro[4]) die Natur der im Acetylengase enthaltenen schwefelhaltigen Verbindungen und deren Entstehungsweise zu erkennen versucht[5]). Zunächst stellte er fest, daſs Menge und Zusammensetzung der im Acetylen enthaltenen Schwefelverbindungen verschieden sind, je nach der vorherrschenden Entwickelungswärme. Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt:

25 kg fein granulierten Carbides wurden gut durchgemischt. Durch Kontrollproben wurde festgestellt, daſs die Mischung eine homogene war. 5 kg dieses Carbides wurden zunächst in einem Einwurfapparate[6]) zersetzt, und zwar geschah die Zuführung des Carbides aus einem Behälter vermittelst einer unendlichen Schraube, welche von Hand bedient wurde. Das erhaltene Acetylen passierte ein Wattefilter, dann zwei Strahlenwäscher mit Bleiacetat, hierauf zwei Strahlenwäscher mit einer Mischung von Äther und Ligroin (Petroleumäther) und trat hierauf in den Gasbehälter von etwa 150 Liter Inhalt. Aus demselben wurde dann das Gas während der Entwickelung verbrannt und photometriert. Zur Untersuchung auf Schwefel wurde die im Entwickler zurückgebliebene Kalkmilch mit Salzsäure bis zur möglichst neutralen Reaktion versetzt, dann die Flüssigkeit vom ungelösten Rückstande abgezogen, ein bestimmter Teil derselben mit Salzsäure und Kupfersalzlösung versetzt und der entstandene Kupfersulfidniederschlag gewogen. Der verbliebene Rückstand wurde getrocknet, mit Salpeter und Soda ge-

[1]) Ztsch. f. ang. Chem. 1897, 654. — [2]) Acet. i. Wiss. und Ind. 1, 236. — [3]) Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 936. — [4]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 337; 3, 217, 249, 258. — [5]) Diese Untersuchungen, deren Ergebnisse nachstehend ausführlich wiedergegeben sind, wurden an Carbiden angestellt, die aus den ersten Jahren der Carbidfabrikation stammen. Die dabei erhaltenen Resultate dürfen deshalb nicht ohne weiteres als für die heute im Handel befindlichen Carbidarten zutreffend angesehen werden. Gleichartige Untersuchungen mit den jetzigen, ihrer Zusammensetzung nach gleichmäſsigeren Carbidsorten wären erwünscht. Der Herausgeber. — [6]) Vergl. S. 293 u. flgde.

schmolzen und der Schwefel als Baryumsulfat bestimmt. Der in den mit Bleinitrat beschickten Vorlagen niedergeschlagene Schwefel wurde durch Oxydation mit Salpetersäure in Sulfat übergeführt und als solches bestimmt.

Die Flüssigkeit aus den mit Äther-Ligroin beschickten Wäschern wurde abdestilliert, der erhaltene Rückstand in wenig Äther-Ligroin aufgenommen, in ein einseitig zugeschmolzenes Verbrennungsrohr gebracht, das Lösungsmittel abgedampft, die Substanz mit konzentrierter Salpetersäure bei 120 bis 150° C. verbrannt und der Schwefel als Sulfat bestimmt.

Ein Teil des endgültig im Gasbehälter erhaltenen Gases wurde schliefslich durch ein auf Rotglut erhitztes Rohr geleitet, in dem sich zwei Schiffchen mit Bleisuperoxyd befanden. Der Inhalt der letzteren wurde sodann mit Natriumbicarbonatlösung ausgezogen, die Lösung mit Salzsäure versetzt, filtriert und mit Chlorbaryum, eventuell quantitativ, auf Schwefelsäure geprüft.

Mit dem benutzten Einwurfapparate sind hierbei folgende Zahlen erhalten worden: Von dem im Carbide enthaltenen Schwefel sind 15,72 Proz. in das Gas übergegangen, davon 15,41 Proz. in Form von Schwefelwasserstoff (Bleinitratvorlage) und 0,31 Proz. als organische in Äther-Ligroin lösliche Verbindung. Das endgültige, in vorstehend beschriebener Weise gereinigte Gas enthielt keinen Schwefel. Im Rückstande waren enthalten 75,74 Proz. Schwefel in Form von Sulfid und 8,53 Proz. in festerer Bindung (als Carbosulfid).

Bei Anwendung desselben Carbides und derselben Anordnung des Versuches, jedoch unter Benutzung eines Tropfapparates[1]), d. h. eines Entwicklers, in dem die Zersetzung des Carbides bei hoher Temperatur vor sich geht, sind folgende Resultate erhalten worden:

Von dem im Carbid enthaltenen Schwefel waren vorhanden: a) im Gase: 71,12 Proz. als Schwefelwasserstoff, 17,26 Proz. als in Äther-Ligroin lösliche Schwefelverbindung, 4,72 Proz. als in Äther-Ligroin unlösliche Schwefelverbindung (endgültiges Gas); b) im Rückstande: 5,55 Proz. als Sulfid, 0,82 Proz. in festerer Bindung.

Bei der Anwendung eines Zuströmapparates[1]), d. h. bei einer Entwickelungstemperatur, welche höher war als beim Einwurfapparate, dagegen niedriger als beim Tropfapparate, war die Verteilung des Schwefels wie folgt gefunden worden: a) im Gase waren vorhanden: 60,79 Proz. als Schwefelwasserstoff, 25,59 Proz. als in Äther-Ligroin lösliche Verbindung, 8,11 Proz. als in Äther-Ligroin unlösliche Verbindung; b) im Rückstande dagegen: 4,93 Proz. als Sulfid, 0,61 Proz. in festerer Bindung.

Aus diesen Versuchen kann der Schlufs gezogen werden, dafs der im Carbide enthaltene Schwefel bei Anwendung von Apparaten, in

---

[1]) Vergl. diese weiter unten in dem Abschnitt „Technische Herstellung des Acetylens".

denen die Zersetzung bei niedriger Temperatur vor sich geht, zum gröfsten Teil in Form von Schwefelwasserstoff vom Kalkschlamm zurückgehalten wird und dafs hierbei nur eine Zersetzung des im Carbide enthaltenen Calcium- resp. Aluminiumsulfides stattfindet, nicht aber eine solche der im Carbide Schwefel in festerer Bindung enthaltenden Verbindungen, z. B. des Carbosulfides. Bei hoher Zersetzungstemperatur dagegen, z. B. bei Anwendung von Tropfapparaten, tritt eine absolut gröfsere Bildung von schwefelhaltigen Produkten ein, schon durch festgestellte Zersetzung des Carbosulfides, ferner eine Anreicherung des Gases an schwefelhaltigen Produkten; diese Erscheinungen sind direkt abhängig von den angewandten Zersetzungstemperaturen.

Die Anwesenheit oder Abwesenheit von Aluminiumsulfid im Carbide spielt hierbei eine gewisse Rolle und zwar derart, dafs, je geringer dessen Menge, desto kleiner auch der Gehalt an schwefelhaltigen Produkten im Gase ist. Bei Anwendung eines aluminiumfreien Materials erhielt Caro[1]) im Einwurfapparate folgende Verteilung des im Carbide enthaltenen Schwefels:

Im Rückstande: 96,74 Proz. als Sulfid, 0,46 Proz. in festerer Bindung; im Gase: 2,78 Proz. als Schwefelwasserstoff, 0,00 Proz. als organische Verbindungen.

Dagegen im Tropfapparat: im Rückstande: 4,88 Proz. als Sulfid, 0,23 Proz. in festerer Bindung; im Gase: 53,95 Proz. als Schwefelwasserstoff, 14,71 Proz. als organische, in Äther-Ligroin lösliche Verbindung, 26,51 Proz. als organische, in Äther-Ligroin unlösliche Verbindung.

Die bei Ausführung dieser Versuche angewendete Methode läfst keine Entscheidung über die Frage zu, ob die im Gase enthaltenen organischen Schwefelverbindungen einem primären oder sekundären Bildungsprozesse ihre Entstehung verdanken. Diese Entscheidung kann, wie Caro[2]) gezeigt hat, getroffen werden, wenn man alle jene Umstände ausschliefst, welche zu einer Temperaturerhöhung bei der Zersetzung des Carbides Anlafs geben können. Die Anwendung von fein granuliertem Carbid, wie sie oben beschrieben wurde, ist für die Schaffung solcher Versuchsbedingungen nicht zweckentsprechend, auch wenn die Vergasung im Einwurfapparate erfolgt. Hierbei tritt nämlich nur teilweise eine Zersetzung unter Wasser ein, da die kleinen Carbidstückchen von den sich entwickelnden Gasblasen emporgeschleudert werden und sich auf der Wasseroberfläche zersetzen, so dafs eine intensive Abkühlung nicht mehr stattfindet, vielmehr die Entwickelung des Acetylens unter denselben höheren Wärmeverhältnissen vor sich geht, wie bei Benutzung von Tauch- oder Tropfapparaten.

Wenn durch diese Umstände die Verwendung von fein granuliertem Carbid für die Zwecke der vorbenannten Untersuchung nicht geboten

[1]) A. a. O. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 217.

erschien, so erwies sich, dafs auch bei groben Carbidstücken das gewünschte Ziel nicht erreicht wurde. Es ist fast unmöglich, grofse, in der Masse völlig geschmolzene, für Flüssigkeiten undurchlässige Carbidsorten zu erhalten, denn die best geschmolzenen Stücke zeigen Risse oder Sprünge, die durch Zusammenziehen bei der Abkühlung oder auch beim Brechen des Carbides entstehen. Beim Einwerfen eines solchen Stückes saugt es sich voll mit Wasser. Dann erfolgt auch im Innern des Carbidstückes eine Acetylenentwickelung unter unkontrollierbaren Wärmevorgängen; es ist jedoch nach Analogie der Entwickelungsbedingungen mit denen bei Überlaufapparaten anzunehmen, dafs diese Entwickelung unter lokalen starken Überhitzungen stattfindet. Um nun alle diese Versuchsfehler auszuscheiden, wurde fein granuliertes Carbid benutzt und dafür folgende Anordnung gewählt:

Der zur Zersetzung des Carbides dienende Apparat bestand aus einem Entwickler mit seitlichem Rohransatz. In zwei Drittel seiner Höhe, unter dem Wasserspiegel, jedoch über der Einmündung des seitlichen Rohransatzes wurde ein abschliefsendes, feines Drahtnetz befestigt. Die Einführung des fein granulierten Carbides erfolgte durch den seitlichen Ansatz in kleinen Blechbüchsen, deren lose aufsitzender Deckel mittels eines umgeklebten Papierstreifens befestigt war. Am Deckel wie am Boden war eine Schnur befestigt, vermittelst welcher beide Teile aus dem Apparat durch den Ansatz herausgehoben werden konnten. Nach Einführung der Büchse wurde an der den Deckel haltenden Schnur gezogen, so dafs es fast immer gelang, denselben nach Erweichung des umgeklebten Papiers mit einem Ruck von der Büchse zu lösen. Die kleinen Carbidstücke konnten in diesem Apparate nicht an die Oberfläche steigen, da sie hieran durch das Drahtnetz gehindert wurden. Hierbei wurden folgende Resultate erhalten:

Bei Anwendung von Eiswasser als Zersetzungsflüssigkeit bildete sich ein Gas, welches vollständig schwefelfrei war, oder dessen geringer Schwefelgehalt doch durch Waschung mit Bleiacetat bis auf Spuren entfernt werden konnte. Daraus kann geschlossen werden, dafs die Bildung organischer Schwefelverbindungen bei der Zersetzung des Carbides nur sekundär erfolgt, und zwar hauptsächlich vermöge der hierbei stattfindenden lokalen Überhitzung des sich entwickelnden Gases. Dies wird auch durch die Ergebnisse der oben mitgeteilten quantitativen Versuche bestätigt, aus denen hervorgeht, dafs die Menge der in Tropfapparaten, d. h. bei hoher Zersetzungswärme erhaltenen organischen Schwefelprodukte gröfser ist als bei Anwendung von Einwurfapparaten, d. h. bei niedriger Zersetzungswärme.

Diese Erscheinung hat aber nicht ohne weiteres zur Folge, dafs bei Anwendung von Apparaten mit hoher Zersetzungswärme stets organische Schwefelverbindungen gebildet werden. Die von Caro[1])

[1]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 218.

angestellten Versuche haben nämlich in Übereinstimmung mit der von Wolff[1]) geäufserten Annahme ergeben, dafs die bei Verwendung hoher Zersetzungstemperaturen sich bildenden schwefelhaltigen organischen Produkte, die als Kondensationsprodukte von Schwefelwasserstoff und Acetylen anzusehen sind, sich sowohl beim Erhitzen, als auch bei der Einwirkung von Wasserdampf (überhitztem Dampf) unter Abspaltung von Schwefelwasserstoff zersetzen. Eine vergleichende Analyse ergab hierbei, dafs 58 Proz. des im Kondensationsöle vorhanden gewesenen Schwefels sich in Form von Schwefelwasserstoff abgespalten hatte. Diese Untersuchung beweist, dafs der Schwefelwasserstoff im Rohacetylen auf zweierlei Wegen entsteht, nämlich durch primäre Bildung aus den im Carbid vorhandenen Verunreinigungen, und sekundär infolge Zersetzung der sich durch Kondensation bildenden organischen schwefelhaltigen Verbindungen, und zwar sei es durch Hydrolyse oder bei Zerfall durch Erhitzung. Ein von organischen Schwefelverbindungen freies oder an solchen armes Gas kann deshalb entweder derart entstehen, dafs diese Verbindungen sich überhaupt nicht gebildet haben (Einwurfapparat) oder dafs solche bereits zersetzt worden sind (Tropfapparat); die organischen Schwefelverbindungen selbst sind völlig verschiedener Natur, je nachdem sie durch direkte Kondensation oder durch Zersetzung bereits gebildeter Produkte entstanden sind, und sind deshalb Acetylengase von gleicher quantitativer Zusammensetzung bezüglich des Gehaltes an Schwefelwasserstoff und organischer Substanz dennoch unter Umständen durchaus verschieden.

Die chemische Zusammensetzung der bei der Zersetzung des technischen Carbides entstehenden organischen Verbindungen ist sehr kompliziert. Sie wird um so verwickelter, je mehr Verunreinigungen anderer Art das Acetylen enthält. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Phosphorwasserstoff, Ammoniak u. s. w. bilden sich komplizierte Verbindungen, welche Phosphor, Ammoniak, Schwefel u. s. w. enthalten.

Von den erhaltenen organischen schwefelhaltigen Kondensationsprodukten sind nach den oben mitgeteilten Versuchen von Caro die einen in Äther-Ligroin löslich, während die anderen sich in diesem Lösungsmittel nicht zu lösen scheinen, daraus vielmehr mit dem Gase fortgeführt werden. Beide werden durch Bleinitrat nicht gefällt. Der in Äther-Ligroin lösliche Anteil besteht der Hauptsache nach, wovon man sich schon durch den Geruch überzeugen kann, aus Senfölen, deren Anwesenheit auch analytisch mit aller Sicherheit festgestellt wurde. Der in Äther-Ligroin unlösliche, sehr leicht flüchtige Anteil wird durch konzentrierte Chromsäure oxydiert und durch saure Kupferchlorürlösung zurückgehalten, dagegen scheint er von Chlorkalk nur wenig oder gar nicht angegriffen zu werden. Nach dem Geruche zu urteilen,

[1]) Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 936.

ist anzunehmen, dafs er Mercaptane enthält. Aufserdem hat Caro gefunden, dafs bei Anwesenheit von Ammoniak basische schwefelhaltige Produkte entstehen, die durch Bleinitrat nicht gefällt werden.

Die Menge des im Acetylengase enthaltenen Schwefels ist, wie aus diesen Untersuchungen ja ohne weiteres hervorgeht, eine verschiedene und ist in erster Reihe von der Art der Zersetzung des Carbides abhängig. Aus den zahlreichen, hierüber veröffentlichten Untersuchungen geht hervor, dafs die Menge des im Acetylen enthaltenen Schwefels, auf Schwefelwasserstoff berechnet, mindestens 0,001 Proz., höchstens 1,5 Proz. und im Durchschnitt bei Einwurfapparaten 0,08 Proz., bei Tropfapparaten 0,9 Proz., bei Überschwemmapparaten 0,16 bis 1,2 Proz. beträgt [1]).

2. Phosphorhaltige Verbindungen. Die im Rohacetylen enthaltenen phosphorhaltigen Verbindungen verdanken in erster Reihe dem im technischen Carbide fast immer vorhandenen Phosphorcalcium ihren Ursprung. Ob dasselbe sich lediglich in Form des Metallderivates der Verbindung PH_3 oder derjenigen P_2H_4 oder auch als ein Carbophosphid resp. Stickstoffphosphid im Carbide befindet, kann ohne weiteres nicht entschieden werden [2]). Es ist aber anzunehmen, dafs bei der Temperatur des elektrischen Ofens sich nur ein Phosphid bildet, welches keinen selbstentzündlichen Phosphorwasserstoff liefert. Das schliefst natürlich nicht aus, dafs ein Gemisch von Acetylen und Luft durch diesen Phosphorwasserstoff entzündet wird, wenn die Menge des letzteren so grofs ist, dafs seine Oxydationswärme zur Zündung des Acetylen-Luft-Gemisches ausreicht. Lewes hat gefunden, dafs ein Gemisch von 85 Proz. Acetylen und 15 Proz. Phosphorwasserstoff sich entzündete, ohne dafs damit jedoch ein Beweis für die Unschädlichkeit kleiner Mengen Phosphor im Carbide gebracht ist. Es ist nämlich nach Untersuchungen von Caro [3]) nicht gleichgültig, ob der Phosphorwasserstoff dem Gase beigemengt oder gleichzeitig mit demselben entwickelt wird resp. in welcher Form er sich aus dem Carbide bildet. Verwendet man ein Carbid, welches nicht vollständig durchgeschmolzen ist, so kann man schon bei der Anwesenheit von 0,5 bis 1 Proz. Phosphorwasserstoff selbstentzündliche Gemische erhalten. Caro erhielt seinerzeit ein Carbid zur Untersuchung überwiesen, welches bei Anwendung in einer Acetylenzentrale (Herzberg) fast immer Explosionen verursachte. Das aus diesem Carbide erhaltene Acetylen enthielt nur 0,75 Proz. Phosphorwasserstoff, war jedoch selbstentzündlich. Entfernte man den Phosphorwasserstoff mit Kupferchlorür, so erhielt man ein durchaus normales Gas, ein Beweis, dafs die Entzündlichkeit des Gases auf die Anwesenheit des Phosphorwasserstoffs zurückzuführen war.

---

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Näheres hierüber vergleiche in dem Kapitel „Die Zusammensetzung des technischen Carbides“, S. 65. — [3]) Originalmitteilung.

Phosphorwasserstoff ist im Rohacetylen fast immer enthalten [1]). Es bestehen jedoch nach den Untersuchungen von Caro [2]) Verschiedenheiten der erhaltenen Produkte sowohl in qualitativer wie in quantitativer Beziehung, je nach den Umständen, ob Acetylen bei niedriger oder bei hoher Temperatur entwickelt wird. Bei Apparaten mit niedriger Entwickelungswärme wird nämlich fast nur reiner Phosphorwasserstoff erhalten, dagegen in Apparaten mit hoher Entwickelungstemperatur ein Gas, welches neben Phosphorwasserstoff auch noch organische Verbindungen enthält. Die Trennung dieser beiden Arten von Verbindungen wurde derart bewerkstelligt, dafs das Gas zunächst durch eine Waschflasche mit Ligroin und dann durch Hypochloritlösung geleitet wurde. Nach dem Abdestillieren von Ligroin blieb eine geringe Menge einer phosphorhaltigen Substanz übrig, während das aufgefangene Destillat ebenfalls phosphorhaltige Verbindungen enthielt. Der Destillationsrückstand wurde mit Salpetersäure oxydiert, das abdestillierte resp. abgedunstete Ligroin mit Natriumhypochloritlösung längere Zeit geschüttelt. Die erhaltenen Mengen waren aber, trotz sehr grofser angewendeter Mengen Acetylen (nicht unter 5 kg Carbid), so gering, dafs dem gefundenen Resultate nur ein Vergleichswert zugeschrieben werden kann.

Auf diese Weise untersucht, ergab sich folgende Verteilung des im Carbide enthaltenen Phosphors, dessen Gesamtmenge durch Schmelzen einer Probe Carbid mit Soda und Salpeter und Ausfällung der Phosphorsäure bestimmt wurde.

Bei Anwendung eines Einwurfapparates, d. h. bei niedriger Entwickelungstemperatur, waren enthalten: a) im Gase: 82,0 Proz. als Phosphorwasserstoff, 0,2 Proz. als organische Verbindung; im Rückstande: 17,8 Proz. (aus der Differenz berechnet).

Bei Anwendung eines Tropfapparates, d. h. bei hoher Entwickelungswärme, waren enthalten: a) im Gase: 52,2 Proz. als Phosphorwasserstoff, 14,3 Proz. als organische flüchtige Verbindung, 2,1 Proz. als organische nicht flüchtige Verbindung; b) im Rückstande: 31,4 Proz. (aus der Differenz berechnet).

Die Natur der erhaltenen organischen Phosphorverbindungen wurde bei diesen Versuchen nicht festgestellt. Es ergab sich nur das bemerkenswerte Resultat, dafs bei Anwesenheit von Ammoniak im Gase die flüchtige, wie nicht flüchtige organische Substanz stickstoffhaltig war und ein Teil beider Verbindungen durch Salzsäure aus der ätherischen resp. petrolätherischen Lösung ausgeschüttelt werden konnte, demnach basischer Natur war.

Diese Resultate zeigten aber weiter, dafs die mit den verschiedenen Apparaten erhaltenen Gase in Bezug auf Gehalt an phosphorhaltigen

---

[1]) Willgerodt, Ber. d. Deutsch. chem. Gesellschaft 28, 2, 107. — [2]) Verhandl. des Budapester Kongresses 1899. Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 99.

Verbindungen auch quantitative Unterschiede aufweisen, und zwar bestehen letztere entgegen den bei den Schwefelprodukten gemachten Beobachtungen darin, daſs das bei hoher Entwickelungstemperatur in Tropfapparaten erhaltene Gas phosphorärmer ist, als das im Einwurfapparat, also bei niedriger Temperatur, erzeugte.

Diese auf den ersten Blick merkwürdige Erscheinung wird leicht verständlich, wenn man das Verhalten von Phosphorwasserstoff gegen Alkalien in Betracht zieht. Bei gewöhnlicher Temperatur wird dieser nämlich von Alkalien nur wenig angegriffen, bei höherer Temperatur findet dagegen eine Einwirkung unter Bildung von hypophosphoriger Säure statt. Diese von Winkler gefundene Reaktion[1]) erklärt auch die von Dulong gemachte Beobachtung, daſs bei schneller Zersetzung von Phosphiden des Calciums, Strontiums und Baryums ebenfalls hypophosphorige Säure in bedeutenden Mengen entsteht. Diese Reaktion, die als Verseifung angesehen werden muſs, findet auch zum Teil bei der Darstellung von Phosphorwasserstoff aus Phosphor und Kalilauge statt und ist deshalb anzunehmen, daſs sie ebenfalls bei der Einwirkung von Calciumhydroxyd auf Phosphorwasserstoff bei hoher Temperatur eintritt. Die Anwesenheit von hypophosphoriger Säure im Kalkrückstande ist auch thatsächlich von Caro[2]) festgestellt worden, und zwar dadurch, daſs ein Teil des Carbidrückstandes, in Salzsäure aufgelöst, beim Kochen Spuren von Phosphorwasserstoff gab und in der Lösung Phosphorsäure nachgewiesen werden konnte. Dies entspricht der bekannten Reaktion der unterphosphorigen Säure, $2\,H_3PO_2 = PH_3 + H_3PO_4$.

Es ist dadurch festgestellt, daſs Phosphorwasserstoff bei höherer Entwickelungswärme zum Teil nicht in das Gas übergeht, sondern in gebundener Form — als hypophosphorigsaures Salz oder als Oxydationsprodukte desselben — im Rückstande zurückbleibt.

Dieses Verhalten erklärt eine eigentümliche Erscheinung, die bei der Verwendung von Tauchapparaten eintritt[3]). Wird vermittelst eines Tauchapparates Carbid zersetzt, so erhält man für gewöhnlich[4]) im ersten Augenblick der Entwickelung ein Gas, welches jedesmal dann einen sehr hohen Gehalt an Phosphorwasserstoff zeigt, wenn der Entwickler mit frischem Wasser beschickt wurde. Dagegen findet beim Betriebe oder wenn der Entwickler von vornherein mit Kalkwasser beschickt war, eine gegenteilige Erscheinung statt: der Gehalt an Phosphorwasserstoff im Gase sinkt unter die normale Zahl, eine Erscheinung, welche auf der beobachteten Zersetzung desselben durch alkalische Flüssigkeiten bei höherer Temperatur beruht.

Hinsichtlich der Menge der im entwickelten Acetylen enthaltenen Phosphorverbindungen sind demnach Apparate mit hoher und solche mit niedriger Temperatur ziemlich gleichwertig, denn während bei den

[1]) Pogg. Ann. 111, 443. — [2]) A. a. O. — [3]) Caro, a. a. O. — [4]) Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 154; Liebetanz, Handbuch d. Calciumcarbidfabrikation 1899, 139.

letzteren die schwer entfernbaren organischen Verbindungen sich bilden ist bei den ersteren die Menge des in das Gas tretenden Phosphorwasserstoffs gröfser.

Die Menge des im technischen Acetylen enthaltenen Phosphorwasserstoffs ist ebenfalls sehr verschieden. Sie schwankt zwischen 0,03 bis 1,8 Proz. und beträgt im Mittel 0,08 Proz.

3. Stickstoffhaltige Produkte. Wie im Kapitel „Zusammensetzung des technischen Carbides" näher dargelegt [1]), liefern sämtliche im Carbide enthaltenen oder möglicherweise vorhandenen Stickstoffverbindungen, wie Magnesiumnitrid, Aluminiumnitrid, Amidocyanid, Phosphorcalciumnitrid u. a. m. bei der Zersetzung mit Wasser Ammoniak. Letzteres ist deshalb im technischen Acetylen stets enthalten, gleichgültig, ob die Zersetzung des Carbides bei niedriger oder bei hoher Temperatur vor sich geht. Sein Gehalt dagegen ist im Gase je nach Menge des angewendeten Entwickelungswassers sehr schwankend; bei den Einwurfapparaten wird über 90 Proz. des Ammoniaks im Entwickelungswasser zurückgehalten, bei den Tropfapparaten bildet ein grofser Teil des Ammoniaks kondensierte Verbindungen sowohl mit dem Schwefelwasserstoff, als auch mit Phosphorwasserstoff und mit Acetylen. Die teerigen, bei dem Betriebe von Tropfapparaten erhaltenen Produkte gehen beim Schütteln mit Salzsäure zum Teil in Lösung und sind die hieraus nach Übersättigung mit Lauge ausgeätherten Öle stickstoffhaltig. Die Natur derselben ist nicht festgestellt worden, jedoch mit Sicherheit die Abwesenheit von Anilin, Pyridin und Pyrrol nachgewiesen [2]).

Bei Apparaten mit hoher Entwickelungstemperatur bilden sich Kondensationsprodukte verschiedener Art, die je nach Anwesenheit der betreffenden Bestandteile, Schwefel, Stickstoff und Phosphor, oder mehrere derselben enthalten.

Die stickstoffhaltigen Kondensationsprodukte verhalten sich bei der Destillation bezw. Einwirkung von Wasserdampf wie die schwefelhaltigen. Während die letzteren hierbei Schwefelwasserstoff bilden, entsteht aus den ersteren Ammoniak. Die für gewöhnlich in Form obiger Produkte erhaltenen Teerabscheidungen bei Tropfapparaten geben bei Behandlung mit Wasserdampf sowohl Ammoniak als auch Schwefelwasserstoff. Das im Acetylengas enthaltene Ammoniak kann deshalb zweierlei Ursprungs sein. Primäres, durch Zersetzung der im Carbide vorhandenen Verunreinigungen entstehendes Produkt, oder sekundäres, durch Zersetzung der primär gebildeten Kondensationsprodukte bei hoher Temperatur oder Hydrolyse sich bildenden Verbindung. Wie beim Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff deutet deshalb die Gleichheit des Gehaltes an Ammoniak durchaus nicht auf

---

[1]) Vergl. S. 67. — [2]) Caro, Verhandl. d. Budapester Kongresses 1899. Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 100.

Gleichheit resp. Identität der Bildung [1]). Die Menge des im technischen Acetylen enthaltenen Ammoniaks ist, wie schon bemerkt, eine sehr verschiedene. Sie schwankt zwischen 0,02 Proz. und 2,9 Proz., doch sind schon Carbide vorgekommen, die bei Zersetzung in Tropfapparaten bis zu 3,4 Proz. Ammoniak gegeben haben.

Von den übrigen Verunreinigungen des technischen Acetylens spielen eine wichtige, bis jetzt noch durchaus nicht genügend gewürdigte Rolle die Siliciumverbindungen. Wie schon beim Kapitel „Verunreinigungen des technischen Carbides" erwähnt wurde [2]), ist mit Sicherheit im Carbide die Anwesenheit von Calciumsilicid, Ferrosilicid, Kieselsäure, Carboferrosilicid (resp. kupferhaltiges) festgestellt worden. Ob hierdurch die Reihe der wirklich vorhandenen Siliciumverbindungen erschöpft ist, erscheint fraglich. Es ist vielmehr in Anbetracht der bei der Zersetzung des Carbides beobachteten Erscheinungen anzunehmen, dafs im Carbide noch andere siliciumhaltige Verbindungen vorkommen, welche durch Wasser zersetzt werden und siliciumhaltige Gase liefern. Möglicherweise sind aufser den durch Wasser zersetzlichen Calciumsiliciden, von denen angenommen wird [3]), dafs sie aus einem Gemisch von Calcium und Silicium bestehen und bei der Einwirkung von Wasser nach den Gleichungen

$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2$$
$$Si + 2H_2 = SiH_4$$

Siliciumwasserstoff bilden, auch noch Alkalisilicide vorhanden. Darauf deutet der Umstand hin, dafs das aus dem Carbide erhaltene siliciumwasserstoffhaltige Acetylen zweifellos bei hinreichender Menge selbstentzündliche Eigenschaften, namentlich im erwärmten Zustande, besitzen kann. Die Anwesenheit des Siliciumwasserstoffs im technischen Acetylen, welche von Wolff [4]) zuerst festgestellt wurde, ist von vielen Autoren geleugnet worden. Es scheint, dafs hieran der Mangel einer gut ausgebildeten analytischen Methode zur Bestimmung dieses Gases schuld war. Durch Verbrennung des Acetylens kann man feststellen [5]), dafs im technischen Acetylen [6]) fast ausnahmslos siliciumhaltige Verbindungen, wenn auch oft nur in sehr geringen Mengen, vorkommen, und dafs ferner die gelegentlich beobachtete Höchstmenge dieser Verunreinigung erheblich gröfser ist, als allgemein angenommen wird. Während dieselbe für gewöhnlich mit etwa 0,8 Proz. angegeben wird, kann sie nach den Untersuchungen von Caro die Zahl von 2,1 Proz. erreichen.

Welcher Art diese siliciumhaltigen Verbindungen sind, ist auch nicht genügend erforscht worden. Es erscheint aber zweifellos [7]), dafs

---

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Vergl. S. 62. — [3]) Vigouroux, Compt. rend. **123**, 113. — [4]) Ztsch. f. ang. Chem. **1898**, 936. — [5]) Caro, Originalmitteilung. — [6]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Analyse des technischen Acetylens". — [7]) Caro, Originalmitteilung.

neben dem Siliciumwasserstoff, SiH_4, noch andere Siliciumverbindungen im Acetylengase vorhanden sind. Reiner oder wasserstoffhaltiger Siliciumwasserstoff wird durch Lösungen von Kupfersulfat oder Silbernitrat nach und nach vollständig absorbiert[1]. Leitet man reines Acetylen, dem Siliciumwasserstoff in geringen Mengen beigemengt ist, durch eine solche Kupfersulfatlösung, so erhält man thatsächlich ein siliciumfreies Gas. Das technische, siliciumhaltige Acetylen wird aber durch eine Kupfersulfatlösung nur unvollständig von Silicium befreit. Es hinterbleiben davon Reste, welche erst nach längerem Stehen des Gases über Wasser oder alkalischen Flüssigkeiten von Kupfersulfat absorbiert werden.

Für die Technik ist der Umstand von Wichtigkeit, dafs die Menge der sich bildenden Siliciumverbindungen ungleich gröfser ist bei Anwendung von Tropf- resp. Zuströmapparaten, als in Einwurf- oder Überschwemmapparaten. Es scheint, dafs hier die Entwickelungstemperatur nur eine nebensächliche Rolle spielt, dafs dagegen der Umstand von Wichtigkeit ist, ob das entwickelte Gas genügend mit der alkalischen Flüssigkeit in Berührung kommt. Diese Erscheinung läfst die Vermutung aufkommen, dafs sich bei der Zersetzung mit Wasser zunächst die Verbindung SiH_4 bildet, welche sich bei der Einwirkung von Alkalien nach der von Friedel und Ladenburg[2]) gefundenen Reaktion

$$SiH_4 + Ca(OH)_2 + H_2O = CaSiO_3 + 8H$$

zersetzt, bei höherer Temperatur dagegen und unter dem Einflufs des Alkalis (Kalkrückstandes) eine wasserstoffärmere Siliciumverbindung bildet. Die Entwickelungswärme ist aber insofern von Belang, als sich bei hoher Temperatur siliciumhaltige Kondensationsprodukte bilden, wie durch Untersuchung des Kondensationsteers festgestellt ist[3].

Findet eine solche primäre Bildung von Siliciumwasserstoff auch statt, so ist doch die Annahme Wolffs[4] nicht ganz von der Hand zu weisen, dafs ein Teil der im Gase enthaltenen siliciumhaltigen Verbindungen primär als organische Verbindung gebildet wird. Zersetzt man nämlich granuliertes Carbid in der Weise, wie es bei der Bestimmung der schwefelhaltigen Verunreinigungen beschrieben wurde[5], d. h. indem man eine innere Temperaturerhöhung durch Einschaltung eines Drahtnetzes zwischen Wasseroberfläche und Carbid im Entwickler vermeidet, so erhält man trotzdem ein Gas, welches siliciumhaltig ist, wenn auch zweifellos die darin enthaltene Siliciumverbindung, weil durch Kupfersulfat nicht absorbierbar, kein Siliciumwasserstoff ist[6].

Noch viel weniger als die Siliciumverbindungen sind die hin und wieder im Acetylen enthaltenen Arsenverbindungen untersucht

---

[1]) Vergl. Wöhler, Liebigs Ann. 107, 116. — [2]) Liebigs Ann. 143, 124. — [3]) Caro, Originalmitteilung. — [4]) Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 936. — [5]) Vergl. S. 229. — [6]) Caro, Originalmitteilung.

worden. Die oben erwähnte Methode der Untersuchung von Acetylen hat den Nachweis ermöglicht, dafs Arsen im Acetylen, wenn auch nur in sehr geringen Mengen (bis zu 0,002 Proz.), jedoch häufiger als angenommen wird, vorkommt. Es ist anzunehmen, dafs es darin als Arsenwasserstoff enthalten ist, wobei natürlich die Möglichkeit des Vorkommens auch in anderer Verbindungsform und als Kondensationsprodukt gegeben ist.

Kohlenoxyd. Eine nicht häufige, wenn auch manchmal in gröfseren Mengen vorkommende Verunreinigung des Acetylens ist das Kohlenoxyd. Soweit bekannt, ist dieselbe zuerst von Lundström gefunden worden. Diese Verbindung kommt hin und wieder im ungereinigten Acetylen vor und hat Caro[1]) Mengen bis zu 2,3 Proz. feststellen können, während Lundström Höchstmengen von 1,48 Proz. angiebt. Bei dem im Einwurfapparate erhaltenen Gase konnte Caro nur selten und dann nur spurenweises Auftreten von Kohlenoxyd beobachten, häufiger dagegen bei in Tropfapparaten erhaltenen Gasen. Vielleicht führt zur Lösung der Frage, welcher Art die Verbindung ist, welche Kohlenoxyd liefert, die weitere Erforschung der Ergebnisse eines Versuches, welchen Caro bei anderer Gelegenheit ausführte. Von der Annahme geleitet, dafs bei Einwirkung von Kohle auf andere Sauerstoffverbindungen als Oxyde der alkalischen Erden auch andere Carbide entstehen, hat er eine Mischung von Baryumsuperoxyd und Kohle zusammengeschmolzen, wobei als Wärmequelle nach dem Vorbilde Goldschmidts Aluminiumpulver diente und zur Mäfsigung der Reaktion als Verdünnungspulver Baryumoxyd angewendet wurde. Hierbei wurde ein zusammengeschmolzenes Carbid erhalten, welches mit kaltem Wasser nicht erhebliche Mengen verschiedener Kohlenwasserstoffe entwickelte, beim Erhitzen mit Wasser grofse Mengen eines Gases gab, welches zwischen 40 bis 60 Proz. Kohlenoxyd enthielt.

Nicht ohne Berechtigung ist ferner die Angabe von Lewes[2]), welcher ebenfalls gefunden hat, dafs sich bei der Zersetzung von Carbid im Einwurfapparate weniger Kohlenoxyd bildet als im Tropfapparat, dafs die Bildung von Kohlenoxyd durch Zersetzung des Wasserdampfes bei hoher Temperatur und Einwirkung von Kohlenstoff oder Acetylen in folgender Weise stattfindet:

$$C_2H_2 + 2\,H_2O = 2\,CO + 3\,H_2.$$

Diese Annahme ist um so mehr berechtigt, als Lewes thatsächlich gefunden hat, dafs beim Überleiten eines Gemisches von Acetylen und Wasserdampf durch ein Rohr bei 500° sowohl Kohlenoxyd als auch Wasserstoff gebildet werden.

Wasserstoff. Die Bildung von Wasserstoff aus Carbid hat man auf mannigfache Weise zu erklären gesucht. Hauptsächlich wird als

[1]) Verhandlungen des Budapester Kongresses 1899. — [2]) Handbuch 1900, 494.

Ursache der Wasserstoffbildung die Anwesenheit von metallischem Calcium im Carbide angenommen [1]), wobei es dahingestellt werden mag, ob dieses metallische Calcium durch einen Überschufs von Kalk [2]), durch zu hohe Temperatur des elektrischen Ofens [3]) oder auf Anwendung zu hoher Spannungen [4]) zurückzuführen ist.

Die Anwesenheit von Wasserstoff kann jedoch auch noch auf andere Ursachen zurückgeführt werden; so z. B. auf die Zersetzung von Phosphorwasserstoff resp. Siliciumwasserstoff durch Kalk [5]), ferner auch auf schlechte Konstruktion der Entwickler. Lewes hat gefunden [6]), dafs bei hoher Entwickelungswärme eine Zersetzung des Acetylens, wahrscheinlich unter Mitwirkung von Wasserdampf, erfolgt, und dafs hierbei Wasserstoff gebildet wird. So erhielt er ein Gas von folgender Zusammensetzung:

	I.	II.
Acetylen	70,00	69,7
Methan	11,3	11,4
Wasserstoff	18,7	18,9
	100,0	100,0

Die Mitteilungen über die Menge des im Acetylen enthaltenen Wasserstoffs sind sehr verschieden, Carlson [7]) und Moissan [8]) geben dieselbe auf 5 bis 10 Proz. an, Lewes [9]) auf 18 bis 19 Proz., Erdmann und v. Unruh [10]) sind der Ansicht, dafs der Wasserstoffgehalt recht grofs ist.

Von Knorre und Arndt [11]) haben nachgewiesen, dafs ein etwaiger Überschufs an Kalk und etwa angewandte Ströme hoher Intensität keinesfalls eine Bildung von Calcium in dem Mafse bewirken können, dafs mehr als 0,2 Proz. Wasserstoff sich bilden. Es kann durchschnittlich angenommen werden, dafs der Gehalt an Wasserstoff 0,07 bis 0,27 Proz. beträgt. Demnach kann er auch nur eine ganz nebensächliche Rolle spielen [12]).

Stickstoff und Sauerstoff sind Verunreinigungen, welche häufig im technischen Acetylen vorkommen. Sie sind auf Benutzung lufthaltiger Apparate u. s. w. zur Darstellung von Acetylen oder auf Anwesenheit von Luft in den Carbidporen zurückzuführen. Die Menge dieser Verunreinigungen ist eine veränderliche und steht nicht immer im Verhältnis 4 : 1, in welchem sie in der Atmosphäre vorhanden sind. Der Gehalt an Stickstoff ist stets ein etwas gröfserer, als es diesem

[1]) v. Cedercreutz, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 125. — [2]) Moissan, Elektr. Ofen. Berlin 1897, 271. — [3]) Birger Carlson, Ztsch. f. Elektrochemie 4, 342. — [4]) Moissan, Compt. rend. 126, 302. — [5]) Caro, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899. — [6]) Handbuch 1900, 392. — [7]) A. a. O. — [8]) A. a. O. — [9]) A. a. O. — [10]) Journ. f. prakt. Chem., N. F. 1901, 233. — [11]) Verhandl. des Vereins zur Förderung des Gewerbefleifses 1900, 64. — [12]) Vergl. auch Rossel und Landriset, Ztsch. f. ang. Chem. 1901, 77.

Verhältnis entspricht; die Erscheinung ist wohl auf den Umstand zurückzuführen, dafs ein Teil des Sauerstoffs auf das entwickelte Acetylen oder dessen Verunreinigungen oxydierend einwirkt und deshalb verbraucht wird.

Sonstige Verunreinigungen. Aufser diesen der Beschaffenheit des Carbids ihren Ursprung verdankenden Verunreinigungen enthält das technische Acetylen noch eine Reihe von Verbindungen, welche aus ihm selbst bei der Carbidzersetzung entstehen.

Wie beim Kapitel „Chemie des Acetylens“ schon angeführt wurde[1], zeigt das Acetylen im hohem Mafse die Neigung, Kondensationsprodukte zu bilden und zwar schon bei verhältnismäfsig durchaus nicht hohen Temperaturen. Wie ferner dort gezeigt wurde, wird diese Kondensation in hohem Mafse durch Anwesenheit von Metallen, namentlich in fein verteilter Form, begünstigt.

Es ist deshalb leicht erklärlich und sogar ganz natürlich, dafs bei Anwendung von Apparaten, die eine hohe Zersetzungstemperatur des Carbids bedingen, stets ein Acetylen erhalten wird, welches größere oder geringere Mengen von Teerprodukten enthält. Letztere zeigen zumeist eine etwas andere chemische Zusammensetzung, als die aus reinem Acetylen bei hoher Temperatur erhaltenen Kondensationsprodukte. Die Anwesenheit von Wasserdampf bewirkt einerseits eine abnorm verlaufende Kondensation, andererseits eine weitgehende Zersetzung der erhaltenen Kondensationsprodukte (Hydrogenisation).

Bei hoher Temperatur und in Anwesenheit von Metall tritt auch die beobachtete Zersetzung des Acetylens unter Bildung wasserstoffreicher Verbindungen ein, so dafs die in Entwickelungsapparaten vor sich gehenden Erscheinungen recht komplizierter Natur sind. Ein Teil der gebildeten Kondensations- und Zersetzungsprodukte scheidet sich in flüssiger resp. fester Form ab, ein anderer Teil verbleibt aber im Gase. Die Menge dieser Verunreinigungen ist ebenfalls sehr schwankend, sie beträgt hinsichtlich der im Gase enthaltenen Verbindungen bis zu 3,5 Proz.

Zum Schlusse dieses Kapitels mögen einige Analysen von technischem Acetylen Platz finden (s. S. 240).

Untersuchung des Acetylens.

Der große Einflufs, den die Verunreinigungen des technischen Acetylens auf dessen Verwendbarkeit als Leuchtstoff ausüben, läfst es notwendig erscheinen, deren Menge und Beschaffenheit festzustellen. Hierzu ist eine ganze Reihe analytischer Methoden ausgearbeitet worden, von denen die wichtigsten und verwendbarsten hier besprochen werden sollen.

---

[1]) Vergl. S. 194.

	Carbidmarke								
	Amerika	Deutschland	Schweiz	Neuhausen		Alby		Jaice	
	?	?	?	Einwurfapparat	Tropfapparat	Einwurfapparat	Tropfapparat	Einwurfapparat	Tropfapparat
Acetylen . . .	98,41	99,01	98,63	99,38	96,59	98,67	97,24	98,28	94,64
Sauerstoff . . .	0,87	0,55	0,63	0,04	0,08	0,32	0,09	0,03	0,06
Stickstoff . . .	0,42	0,20	0,34	0,10	0,12	0,43	0,11	0,13	0,22
Wasserstoff . .	0,09	0,07	0,16	0,08	0,12	0,06	0,13	0,00	0,03
Schwefelwasserstoff	0,08	0,07	0,10	0,08	0,86	0,03	0,92	0,12	1,32
Sonstige Schwefelverbind. . .				0,06	0,63	0,02	0,32	0,26	0,88
Phosphorwasserstoff . .	0,08	0,07	0,10	0,12	0,12	0,13	0,18	1,23	0,66
Sonstige Phosphorverbind. .				0,66	0,18	0,01	0,13	0,02	0,22
Ammoniak . .	0,08	0,07	0,11	0,22	1,22	0,08	0,63	0,10	1,32
Siliciumwasserstoff	—	—	—	0,06	0,32	0,01	0,08	0,22	0,63
Kohlenoxyd . .	—	—	—	0,00	0,06	0,02	0,12	0,01	0,02
Methan (?) . .	—	—	—	—	—	0,22	0,13	—	—
Analytiker . . .	Wolff	Wolff	Wolff[1]	Caro	Caro	Caro	Caro	Caro	Caro[2]

Die Untersuchung des Acetylens besteht nicht nur in der Feststellung seines Reingehaltes an Acetylen, sondern auch in der Bestimmung der Menge und der Art der in ihm vorhandenen Verunreinigungen. Von diesen spielen die schwefel- und phosphorhaltigen für die Beurteilung des technischen Wertes des Acetylens eine besonders wichtige Rolle und beschränken sich deshalb die meisten für die Untersuchung des Acetylens angegebenen Methoden auf die Bestimmung dieser Verunreinigungen:

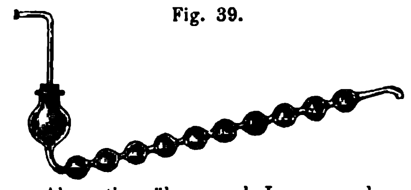
Nach den Angaben von Willgerodt[3]) wird die Untersuchung hierauf ausgeführt, indem man ein bestimmtes Volumen Acetylen durch Bromwasser leitet und in der erhaltenen Lösung Phosphor als Phosphorsäure und Schwefel als Schwefelsäure bestimmt. Diese Methode leidet an dem Übelstande, daſs unverhältnismäſsig groſse Mengen Bromwasser verwendet werden müssen, da dieses auch Acetylen angreift und hierbei zum größten Teile verbraucht wird.

Erheblich bequemer ist die von Lunge und v. Cedercreutz[4])

[1]) Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 935. — [2]) Originalmitteilungen. — [3]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 1895, 2107. — [4]) Ztsch. f. ang. Chem. 1897, 651.

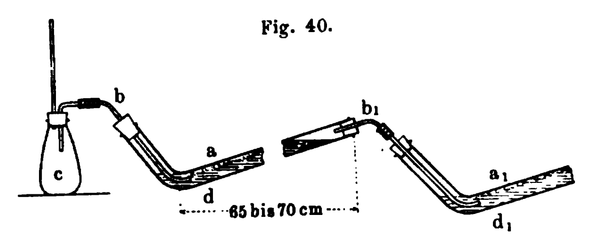
angegebene Methode, welche darin besteht, dafs ein gemessenes Volumen Acetylen durch eine Lösung von Natriumhypochlorit geleitet wird. Hierbei erfolgt Oxydation der vorhandenen Schwefel- und Phosphorverbindungen zu den entsprechenden Säuren. Die angewendete Hypochloritlösung wird entweder direkt mit Magnesiamixtur ausgefällt, sodann der Niederschlag von Magnesiumammoniumphosphat abfiltriert, das Filtrat mit Salzsäure eingedampft, in Wasser aufgenommen, mit Salzsäure versetzt und siedend mit Chlorbaryum die Schwefelsäure gefällt[1]), oder man zersetzt die Hypochloritlösung mit Salzsäure, kocht bis zur Entfernung des Chlors, fällt dann mit Chlorbaryum die Schwefelsäure, filtriert, trocknet das Filtrat ein, nimmt es mit Salpetersäure auf und fällt mit molybdänsaurem Ammon. Den erhaltenen Niederschlag löst man in Ammoniak und fällt mit Magnesiamixtur die enthaltene Phosphorsäure[2]). Zur Ausführung der Absorption empfehlen Lunge und v. Cedercreutz ein oder zwei hintereinander geschaltete Zehnkugelröhren (Fig. 39), während Hanekop[3]) hierzu (Fig. 40) gebogene Rohre $a a_1$ empfiehlt, in welche die Gaszuleitungsröhrchen $b b_1$ hineinragen, die bei $d d_1$ auf 1,5 mm verengt sind; das Gefäfs c dient zur Verhütung des Zurücksteigens.

Fig. 39.



Absorptionsröhren nach Lunge und v. Cedercreutz.

Fig. 40.



Absorptionsröhre nach Hanekop.

Die Methode der Bestimmung der Schwefel- und Phosphorverbindungen durch Oxydation mittels Hypochloritlösung giebt recht gute Vergleichsresultate. Absolut genaue Resultate werden jedoch auf diese Weise nicht erhalten, da hierbei stets geringe Mengen Phosphor und Schwefel unoxydiert durchgehen und mit dem Acetylengase entweichen. Dies kann man ersehen, wenn man das Gas, welches durch eine oder zwei mit Hypochloritlösung beschickte Zehnkugelröhren gegangen ist, durch Permanganat leitet[4]) oder verbrennt und die Verbrennungsprodukte untersucht[5]).

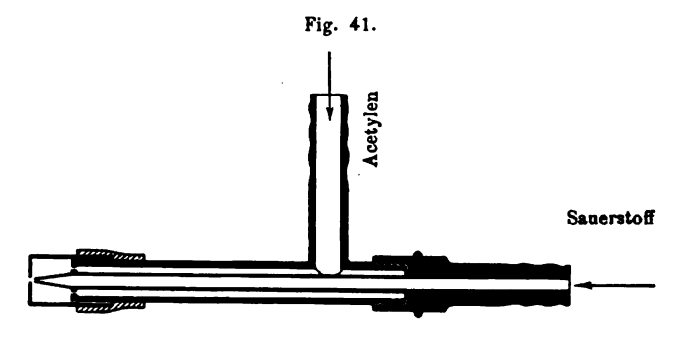
---

[1]) Lunge und v. Cedercreutz, Ztsch. f. ang. Chem. 1897, 651. — [2]) Fränkel, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 194. — [3]) Ztsch. f. ang. Chem. 1899, 592. — [4]) Ahrens, ebenda 1899, 660. — [5]) Eitner und Keppeler, Journ. f. Gasbel. 1901, 549.

Die genauesten Resultate erzielt man, wenn man ein bestimmtes Volumen Acetylen verbrennt und die erhaltenen Verbrennungsprodukte in Natronlauge oder Natriumhypobromidlösung auffängt.

Nach Eitner und Keppeler[1]) wird das Verfahren so ausgeführt, dafs man Acetylen in einem Brenner verbrennt, welcher unter dem Namen Daniellscher Hahn bekannt ist (Fig. 41). In diesem Brenner wird Acetylen mit einer gewissen Menge reinen Sauerstoffs vermischt, und hierdurch eine entleuchtete Flamme erhalten. Über diese Flamme

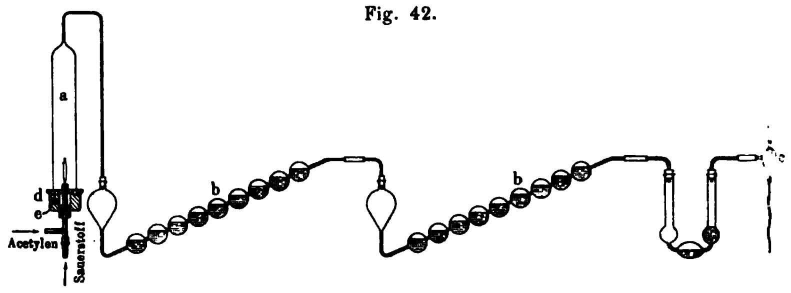
Fig. 41.



Daniellscher Hahn zur Verbrennung von Acetylen.

wird nach Art des bekannten Schwefelbestimmungsapparates von Drehschmidt[2]) eine Haube *a* gestülpt (Fig. 42), welche in Verbindung

Fig. 42.



Apparat zur Bestimmung der Verunreinigungen des Acetylens nach Eitner u. Keppeler.

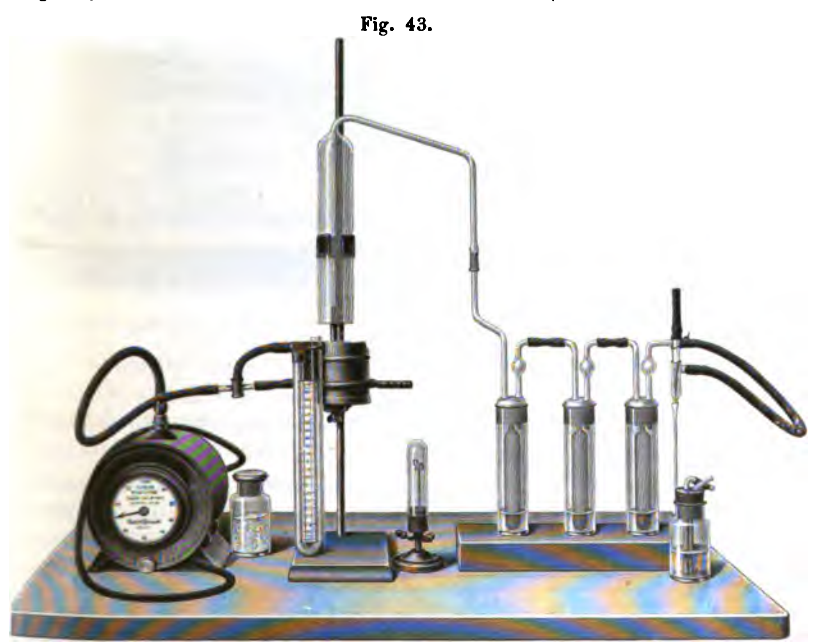
mit zwei Zehnkugelapparaten *b* steht. Vermittelst der Luftpumpe *c* wird durch das ganze System Luft gesaugt. Enthält die Aufsenluft schwefel- oder phosphorhaltige Gase, welche demnach auch in die Absorptionsflüssigkeit gelangen könnten, so füllt man die Rinne des Porzellankopfes *d*, in welche die Haube *a* eintaucht, mit Quecksilber und verbindet die seitliche Öffnung *e* dieses Porzellankopfes mit Reinigungsapparaten, so dafs nur gereinigte Luft durch den Apparat streicht. Die erste Zehnkugelröhre wird mit Wasser gefüllt, die zweite mit einer Hypobromitlösung. Nach beendeter Verbrennung wird in den Vorlagen Phosphor- resp. Schwefelsäure in bekannter Weise

[1]) Journ. f. Gasbel. 1901, 549. — [2]) Chem.-Ztg. 1887, 1382.

bestimmt. Ein Teil der Phosphorsäure schlägt sich auf dem Glashelm *a* nieder und wird hier entfernt, indem man den Helm umkehrt, mit heifser Salzsäure füllt, stehen läfst, sodann die Salzsäure eindampft, den Rückstand in Wasser aufnimmt, filtriert und das Filtrat zu der Hypobromitlösung giebt. Diese Methode giebt ausgezeichnete Resultate, ist leicht und in kurzer Zeit auszuführen und erheblich verläfslicher als alle anderen Oxydationsmethoden.

Ebenfalls auf Verbrennung des Acetylens beruht eine Methode von Caro, welche derselbe speziell zur Kontrolle des Reinheitsgrades des Acetylens in Acetylenzentralen schon lange vor Veröffentlichung des Verfahrens von Eitner und Keppeler angewendet hat [1]). Caro verwendet zur Verbrennung einen gewöhnlichen Acetylenbunsenbrenner mit einem Konsum von etwa 12 Liter in der Stunde. Der Brenner (Fig. 43) wird mit einer kurzen Haube verdeckt, die mit drei Wasch-

Fig. 43.



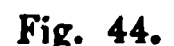
Apparat zur Bestimmung der Verunreinigungen des Acetylens nach Caro.

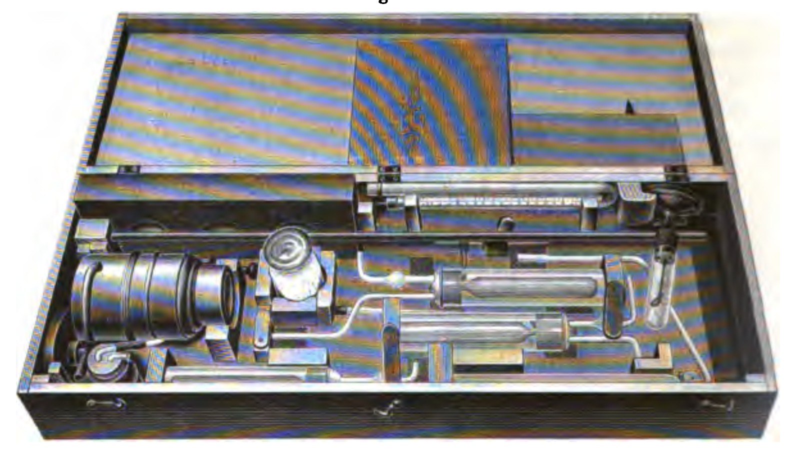
flaschen in Verbindung steht. Durch das ganze System wird vermittelst einer Luftpumpe Luft gesaugt. Der entzündete Acetylenbrenner wird durch einen beweglichen Teller so weit unter die Haube geschoben, dafs die Flammenspitze etwa 2 cm unter der Öffnung des Abzugsrohres zu stehen kommt. Die Waschflaschen werden mit einer Lösung von Natriumhypobromit beschickt. Die Untersuchung erfolgt

[1]) Vogel und Caro, Orginalmitteilung.

in genau derselben Weise wie bei Eitner und Keppeler, nur mufs die Haube über dem Brenner frei hängen und nicht auf den Teller aufliegen, da sonst ein Rufsen der Flamme eintritt. Aus diesem Grunde kann auch eine Vorreinigung der zugeführten Verbrennungsluft nicht erfolgen.

Entsprechend dem Zwecke, als Kontrollapparat auf der Reise zu dienen, ist der ganze Untersuchungsapparat in einem Kasten untergebracht (Fig. 44). Derselbe enthält das Stativ, den Brenner, die


Fig. 44.



Apparat zur Bestimmung der Verunreinigungen nach Caro (transportfähig).

Haube, die Waschflaschen, Untersatz für dieselben, Luftpumpe, ferner eine Spritzflasche, eine Flasche mit Ätznatron, eine kleine Flasche mit Brom, sodann ein Thermometer, ein Aneroidbarometer, ein Manometer und Schläuche. Experimentiergasuhr, destilliertes Wasser und Flaschen zur Aufnahme der erhaltenen Lösungen sind in einem besonderen Kasten untergebracht. Die mit diesem Apparate erhaltenen Resultate stimmen mit denjenigen nach Eitner und Keppeler vollkommen überein [1]).

Die Methode der Bestimmung von Phosphor- und Schwefelverbindungen durch Verbrennung gestattet auch, die Mengen der im Gase enthaltenen Siliciumverbindungen festzustellen [2]). Zu diesem Zwecke wird der Apparat dahin abgeändert, dafs man die Haube aus Platin oder, was auch genügt, aus Nickel herstellt. Die Waschflaschen werden mit 5 proz. Ätznatronlauge gefüllt, welche aus metallischem Natrium hergestellt ist. Solches Ätznatron [3]) ist vollständig phosphor-, schwefel- und kieselsäurefrei. Nach erfolgter Verbrennung füllt man die umgekehrt hingestellte Haube mit 5 proz. heifser Natronlauge, sodann

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Von E. Merck, Chemische Fabrik in Darmstadt, bezogen.

dampft man diese und die in den Waschflaschen enthaltene unter Zusatz von Brom ein, fügt Salzsäure bis zur sauren Reaktion hinzu und dampft wiederholt, jedesmal unter Auflösen in Salzsäure (zwei- bis dreimal), ein. Der Rückstand wird mit heifsem Wasser aufgenommen und von der abgeschiedenen Kieselsäure abfiltriert. Letztere wird geglüht und gewogen und im Filtrat werden Phosphorsäure und Schwefelsäure bestimmt.

Untersucht man auf diese Weise die technischen Acetylenarten, so wird man finden, dafs, wie im Kapitel „Verunreinigungen des Acetylens" [1]) erwähnt wurde, dieselben fast stets siliciumhaltig sind. Eine Bestimmung des Siliciumwasserstoffs im Acetylen durch Behandlung mit Hypochlorit, Permanganat u. s. w. giebt keine richtigen Resultate.

Arbeitet man nach diesen Methoden, so erhält man im Resultat den Gesamtphosphor und den Gesamtschwefel. Will man erfahren, wie viel von dem Schwefel im Acetylengase als Schwefelwasserstoff und wie viel als organischer Schwefel vorhanden ist, so läfst man das zu untersuchende Gas in besonderen Partien durch eine Bleiacetatlösung streichen. Aus der Menge des abgeschiedenen Schwefelbleies bestimmt man dann den Gehalt an Schwefelwasserstoff.

Die den erhaltenen Gewichten Schwefel und Phosphor entsprechenden Volummengen Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff können aus der nachstehenden Tabelle von Polis ermittelt werden:

Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen	Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen	Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen
0,010	0,140	0,1450	0,024	0,336	0,3480	0,038	0,532	0,5510
0,011	0,154	0,1595	0,025	0,350	0,3625	0,039	0,546	0,5655
0,012	0,168	0,1740	0,026	0,364	0,3770	0,040	0,560	0,5800
0,013	0,182	0,1885	0,027	0,378	0,3915	0,041	0,574	0,5954
0,014	0,196	0,2030	0,028	0,392	0,4060	0,042	0,588	0,6090
0,015	0,210	0,2175	0,029	0,406	0,4205	0,043	0,602	0,6235
0,016	0,224	0,2320	0,030	0,420	0,4350	0,044	0,616	0,6380
0,017	0,238	0,2465	0,031	0,434	0,4495	0,045	0,630	0,6525
0,018	0,252	0,2610	0,032	0,448	0,4640	0,046	0,644	0,6670
0,019	0,266	0,2755	0,033	0,462	0,4785	0,047	0,658	0,6815
0,020	0,280	0,2900	0,034	0,476	0,4930	0,048	0,672	0,6960
0,021	0,294	0,3045	0,035	0,490	0,5075	0,049	0,686	0,7105
0,022	0,308	0,3190	0,036	0,504	0,5220	0,050	0,700	0,7250
0,023	0,322	0,3335	0,037	0,518	0,5365	0,051	0,714	0,7395

[1]) Vergl. S. 285, sowie ferner auch S. 62.

Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen	Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen	Volum-Proz. Phosphorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff	= Gramm Phosphor im Kubikmeter Acetylen	= Gramm Schwefel im Kubikmeter Acetylen
0,052	0,728	0,7540	0,069	0,966	1,0005	0,085	1,190	1,2325
0,053	0,742	0,7685	0,070	0,980	1,0150	0,086	1,204	1,2470
0,054	0,756	0,7830	0,071	0,994	1,0295	0,087	1,218	1,2615
0,055	0,770	0,7975	0,072	1,008	1,0440	0,088	1,232	1,2760
0,056	0,784	0,8120	0,073	1,022	1,0585	0,089	1,246	1,2905
0,057	0,798	0,8265	0,074	1,036	1,0730	0,090	1,260	1,3050
0,058	0,812	0,8410	0,075	1,050	1,0875	0,091	1,274	1,3195
0,059	0,826	0,8555	0,076	1,064	1,1020	0,092	1,288	1,3340
0,060	0,840	0,8700	0,077	1,078	1,1165	0,093	1,302	1,3485
0,061	0,854	0,8845	0,078	1,092	1,1310	0,094	1,316	1,3630
0,062	0,868	0,8990	0,079	1,106	1,1455	0,095	1,330	1,3775
0,063	0,882	0,9135	0,080	1,120	1,1600	0,096	1,344	1,3920
0,064	0,896	0,9280	0,081	1,134	1,1745	0,097	1,358	1,4065
0,065	0,910	0,9425	0,082	1,148	1,1890	0,098	1,372	1,4210
0,066	0,924	0,9570	0,083	1,162	1,2035	0,099	1,386	1,4355
0,067	0,938	0,9715	0,084	1,176	1,2180	0,100	1,400	1,4500
0,068	0,952	0,9860						

Die Bestimmung des in Volumprozenten ausgedrückten Gehaltes an Phosphorwasserstoff kann auch auf direktem volumetrischem Wege erfolgen; diese Methode eignet sich namentlich für solche Gase, welche arm oder frei von Schwefelwasserstoff sind. Sie beruht auf einer Beobachtung von Hempel und Kahl[1]), nach welcher eine mit Acetylen gesättigte Lösung von Kupfersulfat, hergestellt durch Auflösen von 15,6 Proz. krystallisiertem Kupfervitriol in 100 ccm Wasser und 5 ccm verdünnter Schwefelsäure in Gegenwart von Quecksilber ein Gasgemisch absorbiert, welches zu drei Vierteln aus Acetylen und ein Viertel aus Phosphorwasserstoff besteht. Schüttelt man deshalb 100 ccm eines Rohacetylens über Quecksilber mit 3 ccm einer in oben erwähnter Weise hergestellten, mit reinem Acetylen gesättigten Kupfersulfatlösung, so tritt Volumkontraktion ein. Der vierte Teil der Volumverminderung giebt die Menge des im Gase enthaltenen Phosphorwasserstoffs an.

Die Bestimmung des Ammoniaks erfolgt in der Weise, dafs man eine bestimmte Menge, nicht unter 2 Liter, Acetylen durch $^1/_{100}$ normaler Schwefelsäure leitet und zurücktitriert.

---

[1]) Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 54.

Die übrigen Verunreinigungen des Acetylens: Sauerstoff, Stickstoff, Methan, Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasserstoff, werden auf volumetrischem Wege bestimmt. Am zweckmäfsigsten verfährt man dabei in der Weise, dafs man nach Haber und Oechelhäuser[1]) zuerst die Kohlensäure über Kalilauge und sodann das Acetylen durch ammoniakalische Silberlösung absorbieren läfst. Das noch übrig gebliebene Gas wird mit verdünnter Schwefelsäure vom Ammoniak befreit, sodann wird durch alkalische Pyrogallussäure der Sauerstoff und endlich durch ammoniakalische Kupferchlorürlösung das Kohlenoxyd bestimmt. Ist vorher das Acetylen nicht vollständig absorbiert gewesen, so verrät sich seine Anwesenheit sofort durch Bildung roter Acetylenkupferschüppchen. Der Rest enthält Stickstoff, Wasserstoff, Methan und eventuell andere Kohlenwasserstoffe. Sind solche, z. B. Äthylen, vorhanden, so wird dasselbe entweder in einer besonderen Portion zusammen mit Acetylen oder im Reste besonders durch Absorption mit Bromwasser bestimmt. Enthält das Gas Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff, so mufs der besonders bestimmte Gehalt an Schwefelwasserstoff von dem gefundenen an Kohlensäure, der Gehalt an Phosphorwasserstoff von demjenigen an Kohlenoxyd abgezogen werden.

Nach v. Knorre und Arndt[2]) verfährt man in der Weise, dafs man zunächst das Gas durch rauchende Schwefelsäure absorbieren läfst. In dem verbleibenden Reste ist aufser Sauerstoff und Stickstoff eventuell nur noch Methan und Wasserstoff vorhanden.

In dem nach der einen oder anderen Methode erhaltenen Reste bestimmt man zunächst den Sauerstoff durch Phosphor oder eine alkalische Lösung von Pyrogallussäure, giebt sodann eine bestimmte Menge Luft hinzu und leitet über eine glühende, mit Palladiumasbest gefüllte Kapillare. Man notiert die Kontraktion, bestimmt die Kohlensäure und berechnet hieraus Methan (1 Vol. CO_2 entspricht 1 Vol. CH_4). Sodann zieht man das doppelte Volumen des gefundenen Methans von dem festgestellten Werte der Kontraktion ab, denn auf 1 Vol. gebildeter Kohlensäure werden 2 Vol. Sauerstoff und 1 Vol. Methan verbraucht:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O.$$

Der Rest der gefundenen Kontraktion entspricht demnach $^1/_2$ Vol. Wasserstoff. Ist V_1 der nach Absorption des Sauerstoffs verbleibende Rest, V_2 die Menge der zugeführten Luft, V_3 die beobachtete Kontraktion, V_4 die Menge der gebildeten Kohlensäure, so ist

$$V_4 = \text{der Menge des enthaltenen Methans,}$$

$$^2/_3\,(V_3 - 2\,V_4) = \text{der Menge des enthaltenen Wasserstoffs,}$$

$$V_1 = [V_4 + {}^2/_3\,(V_3 - 2\,V_4)] = \text{der Menge des enthaltenen Stickstoffs.}$$

---

[1]) Experimental-Untersuchungen über Zersetzung und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, München 1896. — [2]) Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses, 1900, 12.

Diese Methode giebt durchaus zuverlässige und genaue Resultate. Nicht so genau, jedoch recht bequem ist die Methode von **Fränkel**[1]. Sie beruht darauf, dafs Aceton im stande ist, Acetylen vollständig zu lösen, während Luft und Wasserstoff hierin fast unlöslich sind. Schüttelt man deshalb Rohacetylen mit Aceton und wäscht den erhaltenen Gasrest mit Wasser, so erhält man ein Gasgemisch, bestehend aus etwas Kohlenoxyd, geringen Mengen Acetylen, etwas Acetondämpfen und der ganzen Menge im Gase vorhanden gewesenen Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs. Leitet man solches Gemisch durch alkalische Pyrogallussäurelösung, so kann man die Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs bestimmen. Sodann befreit man den Rest von Spuren Acetylen und Kohlenoxyd mittels ammoniakalischer Kupferoxydlösung, vermischt ihn mit einer gemessenen Menge Luft, leitet über eine glühende Kapillare und bestimmt die eingetretene Kontraktion und die Menge der gebildeten Kohlensäure.

Ist V_1 das Volumen des Restes, V_2 die eingetretene Kontraktion, V_3 die Menge der entstandenen Kohlensäure, so ist:

a) das Volumen des noch vorhanden gewesenen Acetons $= \frac{V_3}{3}$, da

$$(CH_3)_2CO + 4\,O_2 = 3\,CO_2 + 3\,H_2O$$
$$1 \text{ Vol.} + 4 \text{ Vol.} = 3 \text{ Vol.} + 0 \text{ Vol.},$$

b) das Volumen des ursprünglich vorhanden gewesenen Wasserstoffs $= {}^2/_3 \left(V_2 - \frac{2\,V_3}{3}\right)$,

c) das Volumen des ursprünglich vorhanden gewesenen Stickstoffs $= V_1 - (a + b)$.

Diese Methode giebt etwas niedrigere Resultate als die nach v. **Knorre** und **Arndt**[2].

Die qualitative Untersuchung von Acetylen wird wie folgt ausgeführt:

Zum Nachweis von Acetylen dient eine durch Hydroxylamin entfärbte ammoniakalische Lösung von Cuprisulfat. Nach **Ludwig Ilosvay**[3] erhält man die empfindlichsten Lösungen nach folgenden Rezepten:

1. 0,75 g Cuprichlorid ($CuCl_2 . 3\,H_2O$), 1,5 g Ammoniumchlorid, 3 ccm Ammoniumhydroxyd (20 bis 21 Proz. NH_3), 2,5 g Hydroxylaminchlorhydrat.

2. 1 g Cuprinitrat [$Cu(NO_3)_2 . 5\,H_2O$], 4 ccm Ammoniumhydroxyd (wie oben), 3 g Hydroxylaminchlorhydrat.

3. 1 g krystallisiertes Cuprisulfat, 4 ccm Ammoniak (wie oben), 3 g Hydroxylaminchlorhydrat.

Alle drei Lösungen werden auf 50 ccm aufgefüllt.

---

[1]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3. 298. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 32, 2697.

Leitet man durch eine solche Lösung ein Gasgemenge, in dem sich Acetylen befindet, so erhält man, auch wenn dasselbe nur in Spuren vorhanden ist, eine prächtig rote Färbung. Schwefelwasserstoff wird nachgewiesen, indem man das Gas durch Bleiacetatlösung leitet, Phosphorwasserstoff beim Durchleiten des vom Schwefelwasserstoff befreiten Gases durch eine salzsaure Sublimatlösung [1]), wobei eine Trübung entsteht oder durch eine saure Silbernitratlösung, welche hierbei dunkel gefärbt wird [2]). Kohlenoxyd wird durch Absorption in Blutlösungen und hierdurch bewirkte Verschiebung des Spektrums erkannt.

Über den Nachweis von Acetylen resp. der in ihm enthaltenen Schwefel- und Phosphorverbindungen in Lösungen, z. B. im Blute, ist bereits unter „Hygiene des Acetylens" berichtet worden [3]).

Reinigung des Acetylens [4]).

Die Verunreinigungen des technischen Acetylens sind von gröfster Bedeutung für die Wertbemessung des Gases als Beleuchtungsmaterial. Zwar üben mehrere derselben, wie Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenoxyd, in den gewöhnlich im Gase enthaltenen Mengen keinen nachteiligen Einflufs auf dessen Leuchtkraft aus; in gröfseren Mengen verschlechtern indessen auch diese Verunreinigungen die Qualität des Acetylens als Leuchtgas, indem sie, wie gröfsere Mengen von Wasserstoff und Kohlenoxyd, seinen Leuchtwert herabdrücken oder wie Sauerstoff (Luft) explosive Mischungen bilden.

Wichtiger als diese sind die schwefel-, phosphor-, stickstoff- und siliciumhaltigen Verunreinigungen des Gases, weil dieselben schon in geringen Mengen seine Qualität stark beeinflussen. Diese Verbindungen zeigen zunächst alle die gemeinsame Eigenschaft, dafs sie auf die Metallteile der Acetylenapparate, Leitungen u. s. w. stark korrodierend einwirken. Namentlich sind es Phosphorwasserstoff und Ammoniak, die diese Wirkungen herbeiführen. Ferner ist allen Verunreinigungen gemeinsam, dafs sie die Zersetzungen des Acetylens im Brenner befördern, d. h. Anlafs zu einer vorzeitigen Verstopfung der Brenner geben und aufserdem die Leuchtkraft des Acetylens, wenn auch nicht wesentlich, herabmindern.

Die Schwefelverbindungen speziell geben Anlafs zur Bildung von Schwefelsäure beim Verbrennen des Gases, welche eine vorzeitige Zerstörung der Brennerträger herbeiführt.

Die Phosphorverbindungen üben einen nachteiligen Einflufs in zweierlei Beziehung aus. Sind davon verhältnismäfsig grofse Mengen vorhanden, so kann, namentlich in Apparaten, in denen die Carbidzersetzung bei hoher Temperatur und in einer Luftatmosphäre erfolgt,

---

[1]) Reagens von Bergé und Reychler. — [2]) Reagens von Willgerodt. — [3]) Vergl. S. 213. — [4]) Vergl. auch weiter unten den Abschnitt „Wäscher, Kondenstöpfe und Reiniger".

unter Umständen die Gefahr einer Selbstentzündung eintreten. Aufserdem aber geben diese Verbindungen beim Verbrennen Anlafs zur Bildung von Phosphorsäure, welche in Form eines blauen, schweren Dunstes durch die beleuchteten Räume zieht und ungemein belästigend wirkt.

Die Stickstoffverbindungen, insbesondere das Ammoniak, geben beim Verbrennen Dämpfe von salpetriger resp. Salpetersäure, welche zerstörend auf die Metallteile einwirken und die Luft der beleuchteten Räume in kurzer Zeit vollständig verderben.

Die Siliciumverbindungen, und unter diesen namentlich der Siliciumwasserstoff, zeigen dieselben selbstentzündlichen und deshalb explosionsfördernden Eigenschaften wie Phosphorwasserstoff, aufserdem trägt das Verbrennungsprodukt derselben, die Kieselsäure, in hohem Mafse zur Bildung der blauen Dunstwolken bei, welche beim Brennen ungereinigten Acetylens entstehen.

Bei der Verwendung des Acetylengases in Glühlichtbrennern üben die genannten Verunreinigungen einen ungemein nachteiligen Einflufs auf die Dauerhaftigkeit der Glühstrümpfe aus, indem diese dadurch schon nach kurzer Zeit Löcher erhalten und an Leuchtkraft einbüfsen.

Für die Anwendung des Acetylens als Leuchtstoff ist deshalb von Wichtigkeit, dafs man die Verunreinigungen vor der Benutzung in möglichst vollkommener Weise entfernt, namentlich diejenigen, welche auf die Lebensdauer der Apparate, auf die Sicherheit der Entwickelung und auf die vollständige Verbrennung des Acetylens ungünstig einwirken. Die Entfernung dieser Verunreinigungen ist aber insofern keine leichte Aufgabe, als man es hier nicht mit bestimmten Mengen genau erkannter Substanzen zu thun hat, die dem Gase als Verunreinigungen beigemengt sind, sondern mit Verbindungen, deren Menge und chemischer Charakter von dem angewendeten Carbide und namentlich auch von der Art der Zersetzung des Carbides, d. h. von der Entwickelung des Gases, in hohem Mafse abhängig sind. Diese Abhängigkeit bewirkt aber, dafs ein und dasselbe Carbid unter veränderten Bedingungen der Zersetzung vollständig verschiedenes Gas giebt, und dafs ferner gewisse Carbide bei sorgsamer Arbeitsweise schon von vornherein ein wenig verunreinigtes Gas liefern.

Wie im Kapitel „Verunreinigungen des Acetylens" schon ausführlich behandelt wurde[1]), entsteht, wenn man Carbid in solchen Mengen unter Wasser bringt, dafs eine nennenswerte Erhitzung nicht stattfindet, ein Gas, welches fast keinen Schwefel, geringe Mengen Phosphor und zwar fast ausschliefslich in Form von Phosphorwasserstoff und fast kein Ammoniak enthält. Dasselbe Carbid, in einem Apparate zersetzt, in dem Wasser stets nur in verhältnismäfsig geringer Menge vorhanden ist, in dem also eine starke Temperaturerhöhung stattfindet,

[1]) Vergl. S. 226 u. folgende.

giebt ein Gas, welches erheblich gröfsere Mengen Schwefel und gebundenen Stickstoff und aufserdem diese Elemente und den Phosphor nicht ausschliefslich in Form der Wasserstoffverbindungen, sondern hauptsächlich in Form komplizierter organischer Verbindungen enthält. Auch die Siliciumverbindungen zeigen ein ganz gleichartiges Verhalten.

Es ist natürlich, dafs die Entfernung der Verunreinigungen aus einem bei niedriger Temperatur entstandenen Gase leichter zu bewerkstelligen ist, als aus dem unter erheblicher Wärmeentwickelung erhaltenen technischen Acetylen. Denn nicht nur die Mengen der zu entfernenden Verunreinigungen sind geringer, auch ihre einfachere chemische Zusammensetzung erleichtert die Reinigung und die Auswahl der Reinigungsmittel in hohem Mafse. Dazu kommt noch, dafs das Acetylen, welches bei hoher Entwickelungstemperatur entstanden ist, neben den oben geschilderten Verunreinigungen noch durch Kondensation des Acetylens entstandene Dämpfe und Gase mit sich führt die einerseits die Reinigungsmittel ungünstig beeinflussen, andererseits auch die Reinigung erschweren. Der Wirkungswert eines Reinigungsmittels ist deshalb direkt abhängig von der Zusammensetzung des angewendeten Carbids und der Art seiner Zersetzung.

Von einer praktisch verwertbaren Reinigungsmethode mufs aber verlangt werden, dafs sie im stande ist, in der gröfsten Mehrzahl der vorkommenden Fälle die Verunreinigungen des technischen Acetylens zu entfernen und zwar möglichst vollständig, ohne das Acetylen selbst anzugreifen oder mit demselben Verbindungen einzugehen, die auf seine Verwendung als Leuchtstoff ungünstig einwirken. In der Praxis haben Reinigungsmittel Anwendung gefunden, welche vollkommen ausreichend alle Arten von technischen Acetylengasen reinigen, wobei jedoch bemerkt werden mufs, dafs vereinzelt Fälle vorkommen, wo, sei es infolge der Zusammensetzung des angewendeten Carbides, sei es infolge anormalen Ganges der Entwickelung, auch die besten Reinigungsmassen ganz versagen.

Die Reinigung des technischen Acetylens, d. h. die Entfernung der Verunreinigungen, kann in verschiedener Weise bewirkt werden. Eine allerdings unvollständige, für manche Zwecke, z. B. für Aufsenbeleuchtungen, aber ausreichende Reinigung erfolgt schon, wenn man das entwickelte Gas, sei es durch Anwendung eines gröfseren Überschusses an Entwickelungswasser, sei es durch Anordnung eines gut wirkenden Wäschers, mit Kalkwasser wäscht. Hierbei wird fast aller Schwefelwasserstoff und alles Ammoniak absorbiert und das gewaschene Gas enthält lediglich neben Phosphor- und Siliciumwasserstoff die organischen Schwefel- und Stickstoffverbindungen. Eine teilweise Entschwefelung und Befreiung von Ammoniak findet ferner auch statt, wenn man das Acetylengas über die für Steinkohlengas gebräuchlichen Reinigungsmassen: Rasenerz, Lamingsche, Lux- oder Mattoni-Masse, leitet. Natürlich bleibt dabei der Gehalt an Phosphorwasserstoff u. s. w.

unbeeinflußt[1]). In ähnlicher Weise wirkt auch die Reinigungsmasse von Graujou[2]), die aus mit Ferrochlorid und Alkali getränkten Sägespänen besteht.

Völlig wertlos sind die sogenannten mechanischen Reinigungsverfahren, bei denen eine Reinigung dadurch erzielt werden soll, daß die Verunreinigungen aus dem Gase infolge Verschiedenheit des specifischen Gewichtes durch Streichen über eine Wasserfläche absorbiert werden sollen.

Eine praktisch vollständige Reinigung des Acetylens kann man nur erreichen, wenn man das Gas der Einwirkung von Chemikalien unterwirft, welche im stande sind, die Verunreinigungen direkt oder indirekt zu binden. Die Auswahl dieser Chemikalien, ihre Konzentration u. s. w. ist eine schwierige, denn Acetylen vermag, vermöge seiner leichten Reaktionsfähigkeit, auf die meisten Reagenzien einzuwirken; eine gute Reinigung soll aber lediglich die Verunreinigungen entfernen, ohne das Acetylen als solches zu beeinflussen. Für Zwecke der Reinigung sind in erster Reihe Oxydationsmittel vorgeschlagen worden. Dieselben bewirken eine Umwandlung der Schwefel-, Phosphor- und Stickstoffverbindungen in die entsprechenden Säuren, die an sich leicht durch Basen (Kalk oder dergleichen) gebunden werden können.

Von den Oxydationsmitteln haben Halogene, insbesondere das Chlor, und zwar nach einem Vorschlage von Lunge und v. Cedercreutz[3]), in Form der unterchlorigsauren Salze, ausgedehnte Anwendung gefunden. Das nach dem Vorschlage von Willgerodt[4]) angewendete Brom hat sich, abgesehen von dem hohen Preise, nicht bewährt, da es Acetylen selbst zu stark angreift. Über die Einwirkung der Hypochlorite auf Acetylen ist bereits in dem Kapitel „Chemie des Acetylens" berichtet worden[5]). Stark konzentrierte Hypochlorite wirken auf Acetylen unter Detonationserscheinungen ein, deren Verwendung ist deshalb ausgeschlossen. In weniger konzentriertem Zustande jedoch, namentlich bei Anwendung von Chlorkalk, ist die Einwirkung nur eine geringe.

Reiner Chlorkalk vermag die gewöhnlichen Verunreinigungen des technischen Acetylens fast vollständig zu binden. Sowohl Phosphor-, als auch Schwefel- und Stickstoffverbindungen werden aus dem Acetylengase entfernt und zwar entweder vollständig oder bis auf einen Rückstand, der für die praktische Verwendung des Gases völlig belanglos ist. Hierbei ist es gleichgültig, ob diese Elemente dem Acetylen in Form der Wasserstoffverbindungen oder als organische Substanzen bei-

[1]) Vergl. Odernheimer, Chem.-Ztg 22, 21; Wolff, Ztsch. f. ang. Chem. 1898, 936; Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 100. — [2]) Rev. tech. et ind. de l'Ac. 2, 106. — [3]) Ztsch. f. ang. Chem. 1897, 651. — [4]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft 1895, 2107. — [5]) Vergl. S. 173.

gemengt sind [1]). Trotzdem hat die Anwendung reiner Hypochlorite resp. reinen Chlorkalkes keine Verbreitung gefunden, und zwar aus folgenden Gründen: Chlorkalk wirkt in reinem Zustande stets auf Acetylen ein. Im konzentrierten Zustande und namentlich, wenn das Gas erwärmt ist, ist die Einwirkung eine derart heftige, dafs sie unter Knall vor sich gehen kann [2]). Im übrigen erhält man dabei zwar ein schwefel- und phosphorfreies Gas, dasselbe ist aber dafür durch Chlor verunreinigt. Die Mengen des aufgenommenen Chlors sind verschieden, bei Anwendung konzentrierten Chlorkalkes grofse bis zu 0,05 g, für gewöhnlich geringere, etwa 0,001 bis 0,0006 g im Liter Gas; Chlor ist jedoch stets vorhanden und kann durch Verbrennen des Gases und Auffangen der Verbrennungsprodukte leicht nachgewiesen werden. Ferner erheischt die Anwendung von reinem Chlorkalk eine Vorreinigung, nämlich Entfernung des Ammoniaks. Bei Gegenwart von Ammoniak kann unter Einwirkung konzentrierten Chlorkalkes die Bildung von explosiblem Chlorstickstoff erfolgen und sind auch im Reiniger erfolgte Detonationen auf Entstehung dieser Verbindung zurückgeführt worden [3]). Da hierbei die Detonation erst erfolgte, als der Deckel des Reinigers entfernt und aufserdem deutlich, wenn auch nur kurze Zeit, das Auftreten rot gefärbter Dämpfe beobachtet wurde, so ist es ausgeschlossen, dafs die Detonation durch Bildung eines Acetylen-Knallgas-Gemisches (Acetylen-Chlor) erfolgt ist [4]).

Zu diesen mit der Anwendung des Chlorkalkes verbundenen Nachteilen kommt noch, dafs seine physikalischen Eigenschaften eine Verwendung als Reinigungsmittel erschweren. Chlorkalk bildet unter dem Einflufs des Acetylens in kurzer Zeit zusammenhängende Klumpen, welche dem Durchgange des Gases erheblichen Widerstand leisten und aufserdem infolge Verringerung der wirksamen Oberfläche einen nur geringen Wirkungswert besitzen.

Um alle diese Übelstände des an sich gut reinigenden Chlorkalkes zu vermeiden, ist eine ganze Reihe von Verfahren versucht worden. Zunächst wurde empfohlen, die Wirkungsfläche des Chlorkalkes zu vergröfsern, dabei aber seine Reaktionsheftigkeit zu verkleinern, indem man die Masse mit inerten Substanzen verdünnte. Als solches Verdünnungsmittel sind, nach dem Vorbilde der Steinkohlengasreinigung, Sägespäne verwendet worden, bis es sich erwies, dafs dieselben durchaus ungeeignet sind, weil sie im feuchten Zustande mit Chlorkalk unter starker Erwärmung reagieren und die Erwärmung zu Zersetzungen des Acetylens bezw. zu Explosionen Anlafs geben kann [5]). Die Intensität

[1]) Vergl. Lunge und v. Cedercreutz, Ztsch. f. ang. Chem. 1897, 651; Ahrens, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 106; Caro, ebenda 137; Wolff, Journ. f. Gasbel. 1899, 782; Ullmann, ebenda 1899, 377. — [2]) Wolff, Journ. f. Gasbel. 1899, 784. — [3]) Caro, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1899, 148. — [4]) Vergl. Wolff, Journ. f. Gasbel. 1899, 784. — [5]) Ahrens, Ztsch. f. ang. Chem. 1899, 777; vergl. Benz, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 186.

der hierbei eintretenden Reaktion ergiebt sich aus folgenden **Beobachtungen** von Ahrens[1]):

Chlorkalk	Sägespäne	Wasser	Temperaturmaximum	
			von 0° C. auf ° C.	erreicht in Minuten
g	g	ccm		
30	20	5	45	10
30	20	10	69	50
30	20	15	120	4
30	30	12	117	7
20	20	5	40	11
20	20	10	125	17
20	20	30	116	4
20	20	50	106	2
20	10	8	46	14
20	10	9	130	7
20	7,5	5	39	—
20	7,5	8	52	20
20	7,5	10	128	6
20	5	5	37	—
20	5	10	49	10
20	5	15	114	6
10	20	10	78	5
7,5	20	10	71	7
7,5	20	20	79	2
5	20	10	64	7

Als Verdünnungsmittel kommen deshalb nur unangreifbare Substanzen in Betracht, wie Ziegelbrocken, Sand, Kieselgur u. a. m. Nach dem D. R.-P. Nr. 112984 wird Chlorkalk mit Wasserglas vermischt und dann die schnell erhärtende Masse zerkrümelt. Hierdurch erhält man jedoch ein Pulver von nur sehr geringer Wirksamkeit.

Eine rein mechanisch wirkende Verdünnung an sich hat sich nicht als ausreichend erwiesen, um alle Übelstände der Verwendung reinen Chlorkalkes zu vermeiden. Es ist deshalb vorgeschlagen worden, die Reinigung mittels Chlorkalk in zwei Phasen auszuführen, indem man das zunächst mit Chlorkalk gereinigte Gas über Kalk streichen liefs[2]), oder indem man zur Entlastung des Chlorkalkes das Gas zuerst durch Chlorcalcium wusch[3]). Doch auch diese Mafsnahmen erwiesen sich als unvollkommen, da Chlorcalcium lediglich wie ein gewöhnlicher Wäscher wirkte, der Kalk aber nur einen Teil der etwa gebildeten Chlorprodukte entfernte und der andere Teil derselben in das Gas gelangte[4]). Auch bei Anwendung einer Vorreinigung durch Wasser und Nachreinigung mit

[1]) Ztsch. f. ang. Chem. **1899**, 777. — [2]) Wolff, Chem.-Ztg. **22**, 281. — [3]) Derselbe, Ztsch. f. ang. Chem. **1898**, 937. — [4]) Ahrens, Verhandl. des Budapester Kongresses **1899**, 107.

Raseneisenstein und Kalk[1]) sind bessere Resultate nicht erreicht worden[2]).

Erst als man den Chlorkalk in einer Mischung benutzte, vermittelst deren etwa freiwerdendes Chlor sofort in der Masse selbst gebunden wird, erzielte man erheblich bessere Resultate. Eine solche Chlorbindung ist unter Zuhülfenahme verschiedener Substanzen erreicht worden. In der Praxis hat sich eine Methode von Wolff[3]) bewährt, bei welcher dem Chlorkalk mehr oder weniger grofse Mengen von Chromaten zugefügt werden. Freies Chlor wirkt auf dieselben derart ein, dafs Chromsäure frei wird, während die Basis des Chromats und Chlor sich zu Chlorid verbinden. Die freiwerdende Chromsäure unterstützt durch ihre Oxydationswirkung die Reinigung, während die durch Vorhandensein freien Chlors auftretenden Mifsstände ausbleiben. Als besonders vorteilhaft hat sich die Anwendung solcher Chromate erwiesen, welche in trockenem Zustande durch Chlor zersetzt werden und unlösliche Chloride geben, z. B. Bleichromat[4]). Die unter Anwendung dieses Chromates und Chlorkalk hergestellte Reinigungsmasse fand unter dem Namen „Acagin" zur Acetylenreinigung ausgedehnte Verwendung.

Acagin vermag, ähnlich dem reinen Chlorkalk, die Verunreinigungen des Acetylens vollständig oder fast vollständig zu entfernen. Wolff[5]) fand folgende Reinigungswirkung bei Anwendung von 8,5 kg Acagin:

Durch den Reiniger gegangene Gasmenge	Vor dem Reiniger		Hinter dem Reiniger	
	Schwefelwasserstoff	Phosphorwasserstoff	Schwefelwasserstoff	Phosphorwasserstoff
cbm	Volumprozente		Volumprozente	
14,0	0,0150	0,059	0,0000	0,0000
26,0	0,0050	0,044	—	—
43,0	0,0100	0,050	—	—
54,5	0,0110	0,071	—	0,0004
67,5	0,0050	0,051	—	0,0000
79,5	0,0032	0,147	—	0,0010
110,0	0,0044	0,158	—	0,0013
129,0	0,0052	0,048	—	0,0000
138,0	0,0070	0,051	0,0008	0,0010
162,0	0,0056	0,052	0,0010	0,0013
175,0	0,0092	0,059	0,0013	0,0015
182,0	0,0064	0,057	0,0018	0,0020

Die Einwirkung der Acaginmasse auf das Acetylen selbst ist nur eine geringe. Allerdings bilden sich auch hier Chlorverbindungen[6]) und

[1]) Herzfeld, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 193. — [2]) Vogel u. Caro, Originalmitteilung. — [3]) Journ. f. Gasbel. 1898, 683. — [4]) D. R.-P. Nr. 109 356. — [5]) Journ. f. Gasbel. 1899, 785. — [6]) Ahrens, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 107; Caro, ebenda 138.

zwar, wie durch Verbrennung des erhaltenen Gases und Untersuchung der Verbrennungsprodukte festgestellt wurde, immer[1]), jedoch nur in so geringen Mengen, daſs hierdurch die Qualität des erhaltenen Gases und dessen Anwendungsfähigkeit keineswegs beeinträchtigt wird[2]). Ebenso belanglos ist die Bildung geringer Mengen von Kohlenoxyd, die namentlich dann bei der Reinigung mit Acagin entstehen[3]), wenn das Gas verhältnismäſsig viel organische Schwefelverbindungen enthält[4]). Die hierbei entstehenden Mengen sind so gering, daſs ihnen eine praktische Bedeutung in keiner Weise beigelegt werden kann.

Das Acagin bildet eine trockene, pulverige, gelbe Masse, welche Metalle nicht angreift und deshalb in eisernen Gefäſsen angewendet werden kann. Die Masse hält sich ungebraucht ziemlich lange, ohne an Wirkungswert einzubüſsen. Das Reinigungsvermögen ist ein erhebliches und kann die Ausnutzung des Acagins ziemlich weit getrieben werden.

Die Ausschaltung der Wirkung des freien Chlors wurde noch auf andere Weise versucht. Nach Ernst und Philipps[5]) wird dieses erreicht, wenn man gewöhnlichen Chlorkalk unter Zusatz von gelöschtem Kalk und Chlorcalcium oder anderen in der Hitze unter Krystallwasserabgabe calcinierenden Substanzen mit Wasser zu einem dicken Brei verrührt und dann scharf bei einer Temperatur trocknet, welche hinreicht, einen Teil des Krystallwassers zu entfernen, ohne daſs der Chlorkalk dabei zersetzt wird. Hierdurch wird die Masse hochporös und nimmt eine gewisse Härte an. Auſser diesen physikalischen Eigenschaften und der hierdurch eintretenden Erhöhung der Reaktionswirkung soll die Masse eine Besserung auch hinsichtlich ihres chemischen Effektes erlangen. Der Kalk soll den Schwefelwasserstoff binden und auch das freie Chlor absorbieren, das Chlorcalcium dagegen Ammoniak aufnehmen. Anstatt Chlorcalcium kann neben Ätzkalk als Zusatz auch kohlensaurer Kalk genommen werden, anstatt Chlorkalk können auch andere Hypochlorite Anwendung finden. Die nach diesem Verfahren hergestellte Reinigungsmasse kommt unter dem Namen „Puratylen" in den Handel. Ungeachtet dessen, daſs sie eine gewisse Verbreitung gefunden hat und daſs ihr eine groſse Wirksamkeit zugeschrieben wird[6]), ist ihre Anwendung wenig empfehlenswert. Wie schon wiederholt festgestellt wurde[7]), besteht ein Hauptübelstand der Masse darin, daſs der Gehalt an aktivem Chlor leicht zurückgeht. Die Masse reinigt auch im frischen Zustande nur mangelhaft[8]) und wirkt auf das Acetylen selbst erheblich stärker ein als Acagin, auch werden die gebildeten Chlorprodukte durch Kalk nicht oder nur ungenügend entfernt[9]). Quantitative Versuche

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Derselbe, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 138. — [3]) Ahrens, ebenda 107. — [4]) Caro, Originalmitteilung. — [5]) D.R.-P. Nr. 108973 u. 109645. — [6]) Pfleger, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 357; 3, 58. — [7]) Wolff, ebenda 3, 28; Stern, ebenda 3, 27. — [8]) Wolff, a. a. O. — [9]) Caro, Originalmitteilung.

ber Reinigung mit Puratylen ergaben nach Wolff[1]) folgende Resultate:

Durchgegangene Gasmenge	Vor der Reinigung		Nach der Reinigung	
	Schwefel-wasserstoff	Phosphor-wasserstoff	Schwefel-wasserstoff	Phosphor-wasserstoff
Liter	Volumprozente		Volumprozente	
600	0,011	0,041	0,005	0,013
1725	0,012	0,045	0,006	.0,019
4800	0,013	0,046	0,013	0,044

Das Puratylen zeigt noch den Nachteil, dafs es ungemein hygroskopisch ist, infolgedessen leicht feucht wird, verschmiert und sich in diesem Zustande unter Chlorabgabe zersetzt. Das durch feuchtes Puratylen geschickte Gas zeigt auch stets nachweisbare, keinesfalls geringe Mengen an Kohlenoxyd[2]). Trocken bildet Puratylen ein krystallinisches, weifses Pulver, das gegen Metalle indifferent ist und wie Acagin angewendet werden kann.

An Stelle des im Puratylen verwendeten Ätzkalkes hat sich der Zusatz von alkalischen Schwermetallverbindungen oder solcher neutraler Schwermetallsalze, welche unlösliche Chloride geben, als geeignetes Mittel zur Verbesserung der reinigenden Wirkung des Chlorkalkes erwiesen. Bei Anwendung solcher Salze, z. B. neutraler oder alkalischer Bleisalze[3]), tritt nicht nur die oben erwähnte Wirkung ein, sondern es erfolgt auch eine teilweise Entlastung der Masse, indem die Bleisalze durch den Schwefelwasserstoff gefällt werden, wodurch letzterer, ohne erst oxydiert zu werden, gebunden wird.

Die Verwendung besonders präparierter Reinigungsmassen aus Chlorkalk soll nach Angabe von Rossel und Landriset[4]) umgangen werden können, wenn man die Reinigung im Entwickler selbst vornimmt, und zwar derart, dafs man dem Entwickelungswasser etwas Kalkschlamm zur Bindung des Schwefelwasserstoffs und auf je 1 kg zu vergasenden Carbides 5 bis 20 g Chlorkalk zusetzt. Bei Benutzung eines Einwurfapparates haben Rossel und Landriset hierbei günstige Resultate erzielt, indem das erhaltene Gas keinen Schwefel und höchstens 12 mg Phosphorwasserstoff in 100 ccm enthielt. Dieses Verfahren kann, wie Versuche gezeigt haben, vielleicht bei Einwurfapparaten Anwendung finden, jedoch nur dann, wenn man jedesmal die nötige Chlorkalkmenge mit der Carbidportion gleichzeitig einträgt. Verfährt man dagegen derart, dafs man die ganze Chlorkalkmenge in den Entwickler giebt, und dann nach und nach Carbid einträgt, so erhält man zuerst ein schwefel- und phosphorfreies, doch chlorhaltiges, sodann aber ein

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 27. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Pfeiffer, D. R.-P. Nr. 117300. — [4]) Ztsch. f. ang. Chem. 1901, 81.

ungenügend gereinigtes Gas. Steigt die Temperatur des Entwickelung
wassers hierbei über 90° C., so erhält man kurze Zeit ein stark chlo
haltiges Gas, sodann hört jede Einwirkung des Chlorkalkes auf di
Verunreinigungen vollständig auf. Der Zusatz von Chlorkalk zu
Carbid übt bei Tropf- und Tauchapparaten, auch bei Apparaten m
bemessener Spülung resp. Eimerapparaten keinen reinigenden Einflu
aus[1]). Rossel und Landriset haben neuerdings auch selbst mi
geteilt, dafs die Methode unbrauchbar sei, weil sich der Chlorkalk i
Entwickler zu rasch zersetze[2]).

Neben dem Chlorkalk hat noch die Chromsäure als Oxydations
mittel bei der Reinigung von Acetylen Anwendung gefunden. Nac
den Untersuchungen von Ullmann[3]) und von Ullmann und Gold
berg[4]) hat es sich erwiesen, dafs Chromsäure bestimmter Konzentratio
(5 bis 20 Proz.) in saurer Lösung im stande ist, eine Oxydation de
hauptsächlichsten Verunreinigungen des Acetylens herbeizuführen, ohn
dafs Acetylen selbst irgendwie wesentlich angegriffen wird[5]). Eine mi
Chromsäure getränkte Kieselgurmasse kommt in den Handel unter den
Namen „Heratol" und hat auch ausgedehnte Verwendung gefunden
Dieselbe vermag die Verunreinigungen des Acetylens fast vollständig zu
entfernen bis auf geringe Mengen bestimmter organischer Schwefel- und
Phosphorverbindungen, ohne auf das Acetylen selbst wesentlich nach-
teilig zu wirken[6]). Kaltes Acetylen wird von der Masse überhaupt
nicht angegriffen, bei höherer Temperatur tritt Bildung geringer Mengen
Kohlenoxyd ein[7]).

Heratol bildet ein hellgelbes, trockenes Pulver, welches Metalle
nicht angreift und deshalb in Metallreinigern angewendet werden kann.
Bei der Einwirkung auf die Verunreinigungen des technischen Acetylens
tritt eine Reduktion der angewendeten Chromsäure ein, die sich im
Farbenwechsel der Masse äufsert; die ursprünglich gelbe Masse wird
grün. Dieser Farbenwechsel ist für die Praxis von Wert, da er die
Erschöpfung der Masse anzeigt. Die Haltbarkeit des Heratols ist eine
recht gute. Nur mufs darauf geachtet werden, dafs das zur Herstellung
der Masse verwendete Kieselgur frei von organischen Substanzen ist,
weil sonst nach Mitteilungen von Ahrens ein Rückgang des Wirkungs-
wertes der Masse eintreten soll[8]).

Aufser Chlorkalk und Chromsäure sind noch viele andere oxydie-
rende Substanzen als Reinigungsmittel empfohlen worden.

Gute Resultate ergiebt die Anwendung von Braunstein[9]). Ein
Übelstand scheint darin zu bestehen, dafs der Braunstein nur in ge-
fällter Form, z. B. als Weldonschlamm, anwendbar ist, die hieraus sich

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 5, 135. — [3]) Ebenda 2, 27. — [4]) Journ. f. Gasbel. 42, 374. — [5]) Vergl. Bunte und Wachs, ebenda 42, 198. — [6]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 102. — [7]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 19; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 101. — [8]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 29. — [9]) Paul, D. R.-P. Nr. 121 343.

ergebende feuchte Masse aber dem Acetylen keinen genügenden Durchgang bietet.

Ferner wurde vorgeschlagen, auch andere oxydierende Mittel in der Weise zu verwenden, wie es Rossel und Landriset mit dem Chlorkalk gethan haben, d. h. sie dem Carbid beizumengen und auf diese Weise das entwickelte Gas schon im Augenblick seiner Bildung zu reinigen. Als solche oxydierende Mittel wurden empfohlen: Permanganate, Manganate, künstliches oder natürliches Mangandioxyd, kurz alle verschiedenen Manganoxyde, Bleioxyde, Eisensalze u. dergl.[1]), sodann Plumbate resp. Natriumcarbonat und Bleiglätte[2]). Jedoch hat sich diese Art und Weise der Reinigung von Acetylen durchaus nicht bewährt.

Ebenso wenig bewährte es sich, den Rohstoffen für die Herstellung des Carbides Oxydationsmittel, z. B. Mangansuperoxyd[3]), zuzusetzen, wie es Lewes[4]), Jones[5]), Hewes[6]) und Bouvier[7]) vorgeschlagen haben. Bei der Temperatur des elektrischen Ofens tritt eine Zersetzung dieser Superoxyde ein, ehe sich noch Carbid bildet, während die Entstehung der die Verunreinigungen liefernden Reduktionsprodukte, wie Sulfide, Phosphide, hierdurch in keiner Weise beeinflufst wird.

Die Reinigung des Acetylens durch Oxydation der Verunreinigungen giebt, wie erwähnt, unter Anwendung einiger Oxydationsmittel, wie Chlorkalk, Chromsäure u. s. w., praktisch verwertbare Resultate. Hierzu mufs jedoch bemerkt werden, dafs die Unempfindlichkeit des Acetylens selbst gegenüber diesen Reagenzien nur eine relative ist. Bei steigenden Konzentrationen und Temperaturen wirken diese Mittel auf das Acetylen ein, auch tritt diese Wirkung ein, wenn das Acetylen allzu lange mit der Reinigungsmasse in Berührung bleibt.

Bei Anwendung solcher Reinigungsmittel ist es deshalb schwer vermeidlich, dafs entweder, infolge allzu raschen Durchstreichens des Gases, ein Teil der Verunreinigungen unoxydiert mit dem Gase weggeht, oder, infolge allzu langsamen Gasdurchganges, eine Einwirkung auf das Acetylen selbst und nicht nur auf dessen Verunreinigungen erfolgt. In dieser Beziehung verhalten sich diejenigen Reinigungsmittel günstiger, welche hauptsächlich durch chemische Fällung eine Entfernung der Verunreinigungen herbeiführen. Eine Fällung ist eine Reaktion, die sofort vor sich geht, während eine Oxydation, namentlich eines Gases, stets eine gewisse Zeit beansprucht. Deshalb mufs ein Gas, eine genügende Berührung mit dem Fällungsmittel vorausgesetzt, sofort gereinigt werden, wenn die Verunreinigungen durch Fällung entfernt werden.

Schon bei Besprechung der auf Oxydation beruhenden Reinigungs-

---

[1]) Ullmann, D. R.-P. Nr. 98762. — [2]) Desq u. Franconal, D. R.-P. Nr. 126092. — [3]) Vgl. auch oben Seite 79. — [4]) Engl. Pat. Nr. 1628 vom 30. März 1896. — [5]) Journ. of Gaslight. — [6]) Amerik. Pat. Nr. 596999. — [7]) D. R.-P. Nr. 95191.

verfahren sind einige Methoden erwähnt, bei denen eine zum mindesten teilweise Reinigung durch Fällung vor sich geht. So z. B. ist dies der Fall bei den Verfahren von Pfeiffer, Paul u. s. w. Auch die Reinigung mittels Heratol erfolgt teilweise durch Fällung, indem Chromsäure reduziert wird und sich dabei, wie anzunehmen ist, komplexe Chromoxyd-Chromsäureverbindungen bilden [1]).

Es sind auch Verfahren in Vorschlag gebracht worden, welche darauf beruhen, sämtliche Verunreinigungen des Acetylens in einer Operation, und zwar hauptsächlich durch Fällung aus dem Acetylen zu entfernen. Ein solches Verfahren besteht nach den Untersuchungen von A. R. Frank und Döllner in der Anwendung saurer Metallsalzlösungen [2]), insbesondere solcher Schwermetalle, welche zwei Oxydationsstufen zu bilden vermögen.

Im praktischen Gebrauche hat sich die Anwendung von Kupferchlorür in salzsaurer Lösung bewährt und zwar wird mit dieser nach Winklers Vorschrift hergestellten Flüssigkeit (1 Tl. Cu_2Cl_2, 10 Tle. 25 proz. HCl, 10 Tle. H_2O) Kieselgur getränkt, bis man eine schwach feuchte Masse erhält. Diese kommt unter dem Namen „Frankolin" in den Handel und bildet ein rotbraunes Pulver, das in gewöhnlicher Weise in Reinigern [3]) verwendet werden kann, jedoch müssen die Reinigerwände aus einem säurefesten Material bestehen oder mit einem solchen überzogen sein. Der Wirkungswert des Frankolins ist ein aufserordentlich guter. Durch die feste Masse, sowie auch durch Kupferchlorür in Lösung werden fast sämtliche Verunreinigungen des technischen Acetylens entfernt [4]), und zwar tritt eine völlige Reinigung bezüglich des Phosphorwasserstoffs und Schwefelwasserstoffs und der hauptsächlichsten organischen Phosphor- und Schwefelverbindungen ein. Nur ein geringer Teil dieser organischen Verbindungen wird durch Kupferchlorür nicht entfernt [5]). Die Entfernung der Verunreinigungen geschieht durch Fällung, und zwar geben die Schwefelverbindungen Cuprosulfid, die Phosphorverbindungen dagegen entweder unlösliches Cuprophosphid [6]) oder sie bleiben in Form einer labilen Doppelverbindung in Lösung [7]).

Von gröfster Wichtigkeit ist das Verhalten des Frankolins gegen Siliciumwasserstoff. Im Gegensatz zu den auf Oxydation beruhenden Reinigungsmitteln, welche den Siliciumwasserstoff nur teilweise und nach längerer Einwirkung entfernen, tritt eine diesbezügliche Reinigung

---

[1]) Vergl. Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 251; Frank, Journ. f. Gasbel. 41, Nr. 36; Ludwig, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 293. — [2]) A. R. Frank, D. R.-P. Nr. 99790. — [3]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Technische Herstellung des Acetylens, Reiniger". — [4]) Caro, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 138; Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 8; Ahrens, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 107; Wolff, Journ. f. Gasbel. 42, 784; vergl. dagegen Ullmann und Goldberg, ebenda 42, 376. — [5]) Caro, Verhandl. des Budapester Kongresses 1899, 108. — [6]) Derselbe, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 9. — [7]) Ahrens, „Das Acetylen in der Technik", 43, Stuttgart 1899; A. R. Frank, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 298.

bei Anwendung von Frankolin ebenso schnell ein, wie diejenige von Phosphorwasserstoff. Nicht unerwähnt möge jedoch bleiben, dafs hin und wieder Carbide vorkommen, aus denen sich siliciumhaltiges Gas entwickelt, das weder durch Acagin, Puratylen oder Heratol, noch durch Frankolin gereinigt wird und das, trotz aller dieser Mittel, eine dunstende Flamme giebt.

Wie schon erwähnt, ist der Wirkungswert des Frankolins ein recht guter. Da die Reinigung hauptsächlich durch Fällung vor sich geht, so tritt sie ein, auch wenn die Durchgangsgeschwindigkeit des Gases eine höhere ist als bei Anwendung anderer Reinigungsmittel. Aus diesem Grunde ist auch die Ausnutzbarkeit der Masse eine ganz vollkommene; so lange unverbrauchtes Kupferchlorür vorhanden ist, so lange tritt eine Reinigung ein. Auf das Acetylen selbst ist die salzsaure Kupferchlorürlösung fast ohne jede Wirkung. Zwar bildet[1]) Kupferchlorür mit Acetylen eine Doppelverbindung, doch ist diese in salzsaurer Lösung unbeständig und zerfällt sofort in ihre Bestandteile. Die behauptete Bildung von Aldehyd bei Verwendung von Frankolin[2]) tritt nur in äufserst geringer Menge auf und nur dann, wenn erwärmtes Acetylen längere Zeit mit der Reinigungsmasse in Berührung bleibt[3]), ist für die Praxis auch vollständig belanglos. Die Anwendung des Kupferchlorürs in stark saurer Lösung schliefst auch alle Bedenken aus, die sich gegen die Benutzung von Kupfersalzen in Acetylenapparaten wenden könnten. Thatsächlich kann hierbei weder durch einen übermäfsigen Ammoniakgehalt, noch aus anderen Gründen eine vorzeitige Neutralisation erfolgen, so dafs die Bildung von Acetylenkupfer ausgeschlossen erscheint. Die Frankolinmasse zeigt bei Erschöpfung einen auffallenden Farbenwechsel von Hellbraun in Dunkeloliv, wodurch, wie beim Heratol, eine Ausnutzung angezeigt wird. Wie Heratol kann auch Frankolin durch Lüftung zum Teil regeneriert werden. Als Nachteil der Masse ist zu betrachten, dafs bei ihrer Anwendung durchaus eine Nachreinigung durch Kalk zur Entfernung mitgerissener Salzsäuredämpfe erfolgen mufs. Die Verwendung von Oxydsalzlösungen, wie Eisenchlorid, Zinnchlorid u. s. w., ergiebt erheblich ungünstigere Resultate, als die Anwendung von Oxydulsalzen, wie Kupferchlorür.

Von anderen Metallsalzen ist zur Reinigung von Acetylen Quecksilberchlorid in saurer Lösung vorgeschlagen worden[4]). Abgesehen von den hohen Kosten einer solchen Reinigungsmasse steht sie dem Frankolin an Wirkung erheblich nach[5]).

Nach Beobachtungen von Göttig[6]) soll man Metalloxydsalze auch ohne Säurezusatz zur Reinigung von Acetylen verwenden können, wenn

---

[1]) Vergl. den Abschnitt „Chemie des Acetylens" S. 186. — [2]) Stern, Journ. f. Gasbel. **41**, 749. — [3]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. **2**, 10; Ahrens, Verhandl. des Budapester Kongresses **1899**, 109. — [4]) Bergé und Reychler, Bull. soc. chim. (3) **17**, 218. — [5]) Siehe auch Biginelli, Chem. Centralbl. **1898**, 925. — [6]) Ber. der Deutsch. chem. Gesellschaft **32**, 1879.

man den Lösungen derselben Chloralkalien zusetzt. Die reinigende Wirkung soll hierbei erheblich erhöht werden. Dies soll darauf zurückzuführen sein, daſs die reduzierten Schwermetalle durch die Chloralkalien gewissermaſsen zu neuer Wirkungsfähigkeit regeneriert und nach geschehener erster Einwirkung unter Bildung stabiler löslicher Doppelsalze, wie $SnCl_2 . 2 NH_4Cl$, $Cu_2Cl_2 . 4 KCl$, $FeCl_2 . 2 KCl$, reaktionsfähig erhalten werden. Dieses Reinigungsverfahren [1]) hat eine praktische Anwendung nicht gefunden.

Ebenso hat ein Verfahren von Pictet [2]) keinen Eingang in die Praxis erlangt, nach welchem das durch Waschen mit Chlorcalcium von Ammoniak befreite Acetylen der Einwirkung 40prozent. Schwefelsäure bei — 16° unterworfen wird. Hierbei soll eine Bindung der Verunreinigungen erfolgen, ohne daſs das Acetylen selbst angegriffen wird. Die Notwendigkeit der Verwendung so niedriger Temperaturen schlieſst die Anwendung dieses Verfahrens völlig aus.

Von anderen vorgeschlagenen oder angewendeten Reinigungsverfahren mögen hier noch zwei Erwähnung finden.

Das Verfahren von Mathews [3]) verbindet die Fällungsmethode nach Frank mit der Oxydationsmethode nach Ullmann, indem das zu reinigende Acetylen zunächst durch einen Reiniger mit Kupfersulfat und dann durch einen solchen mit Chromsäure geschickt wird. Beide Reagenzien werden in Form von Lösungen angewendet, mit denen Bimsstein getränkt wird. Ein Verfahren von Stern [4]) bewirkt keine Reinigung im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern bezweckt lediglich, diejenigen organischen Verbindungen zu entfernen, die nach Behandlung mit Heratol u. s. w. noch in dem Gase verbleiben. Es besteht in der Waschung des Acetylens mit Lösungsmitteln, wie Benzol. Ligroin, Paraffinöl u. s. w. Der vorbenannte Zweck wird bei diesem Verfahren erreicht [5]).

Zieht man nun einen Vergleich zwischen den vier gebräuchlichsten Reinigungsmassen, so kommt man zu folgendem Ergebnis [6]):

Puratylen steht an Haltbarkeit und Wirksamkeit hinter den anderen Reinigungsmassen zurück. Acagin, Heratol und Frankolin sind in Bezug auf Wirkung, Haltbarkeit und Verwendbarkeit gleichwertig. Acagin und Heratol reinigen langsamer als Frankolin (Acagin schneller als Heratol), auch wird pro Volumen resp. Gewichtseinheit weniger Gas gereinigt, jedoch haben diese Massen den Vorzug, daſs sie in beliebigen Gefäſsen Anwendung finden können, während für Frankolin nur säurefeste Gefäſse in Betracht kommen. Die reinigende Wirkung bezüglich des Siliciumwasserstoffs ist gröſser beim Frankolin als bei Acagin und Heratol. Acagin und Frankolin bedürfen einer Nach-

---

[1]) D. R.-P. Nr. 110 290. — [2]) D. R.-P. Nr. 97 110. — [3]) Journ. americ. chem. soc. **22**, 100. — [4]) D. R.-P. Nr. 108 244. — [5]) Caro, Verhandl. des Budapester Kongresses **1899**, 139. — [6]) Vergl. auch Keppeler, Journ. f. Gasbel. **45**, 777.

reinigung mit Kalk; eine solche kann beim Heratol entbehrt werden. Acagin kann mit Kalknachreinigung in einem Gefäfse placiert werden, Frankolin bedarf hierzu besonderer Gefäfse.

Diese Vorzüge und Nachteile bedingen für den praktischen Gebrauch eine Gleichwertigkeit der letztgenannten drei Reinigungsmassen.

Technische Herstellung des Acetylens.

Vorgänge bei der Zersetzung des Carbides.

Bringt man Calciumcarbid in Berührung mit Wasser, so entsteht eine äufserst lebhafte Reaktion. Dabei bilden sich im wesentlichen Acetylen, das gasförmig entweicht, und Kalk, der im Rückstande bleibt. Die Reaktion, welche vor sich geht, ist eine zweistufige und verläuft nach den folgenden Gleichungen[1]):

1.	CaC_2	+	H_2O	=	CaO	+	C_2H_2
	Calciumcarbid		Wasser		Calciumoxyd		Acetylen
	64 Gew.-Tle.		18 Gew.-Tle.		56 Gew.-Tle.		26 Gew.-Tle.

2.	CaO	+	H_2O	=	$Ca(OH)_2$
	Calciumoxyd		Wasser		gelöschter Kalk
	56 Tle.		18 Tle.		74 Tle.

Die chemischen Vorgänge sind also die einer doppelten Umsetzung, indem das Calcium des Carbides an den Sauerstoff des Wassers, und der Wasserstoff des letzteren an den Kohlenstoff des Carbides zur neuen Verbindung herantritt. Die beiden Stufen der Reaktion werden natürlich nur vollendet, wenn Wasser in genügender Menge vorhanden ist; sonst tritt die zweite Stufe nur teilweise und vorübergehend ein, d. h. es bildet sich zunächst aus einem gewissen Prozentsatz des Carbides mit dem vorhandenen Wasser gelöschter Kalk, der an einen weiteren Teil des überschüssigen Carbides seinen Wasserstoff unter Acetylenentwickelung abgiebt. Das gebildete „Rohacetylen" ist bei Anwendung von technischem Calciumcarbid kein reiner Stoff, sondern enthält aufser Wasserstoff stets gewisse, dem Carbide entstammende Verunreinigungen[2]), namentlich in Form von Phosphorwasserstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak, soweit dieselben nicht in den Rückständen oder in etwa überschüssigem Wasser zurückgehalten werden.

Aus der ersten Gleichung geht hervor, dafs 64 Gewichtsteile Carbid 26 Gewichtsteilen Acetylen entsprechen, d. h. jedes Kilogramm Calciumcarbid ergiebt theoretisch 406,25 g Acetylen. Da 1 Liter Acetylen 1,17 g wiegt, liefert 1 kg Reincarbid theoretisch eine Gasausbeute von 348 Litern. Das Handelscarbid ist nun in der Regel nur 80- bis 85 prozentig[3]); man erhält daher aus 1 kg desselben meist nicht

[1]) Vergl. auch S. 22. — [2]) Vergl. S. 225. — [3]) Vergl. S. 25.

mehr als 275 bis 300 Liter Rohacetylen. Die Carbidrückstände, welche bei genügendem Wasservorrat stets aus gelöschtem Kalk bezw. aus Kalkmilch bestehen, betragen dem Gewichte nach 116 Proz. des angewendeten Carbides; sie sind mit dem Zersetzungswasser gemischt und je nach dessen Menge mehr oder minder flüssig, breiartig oder pulverförmig trocken. In letzterem Falle enthalten sie aus den oben dargelegten Gründen meist auch ungelöschten Kalk. Sie sind dann durch Polymerisationsprodukte des Acetylens häufig gelb oder dunkel gefärbt. Oft findet man sogar rufsige Stellen als Zeichen einer lokalen Zersetzung des Acetylens [1]). Dies kann der Fall sein, wenn die Wassermenge nicht genügte, um die Entwickelungswärme des Acetylens [2]) und die beim Löschen des Kalkes entstehende Hitze zu verteilen und abzuleiten. Die Entfernung solcher trockener Rückstände aus den Entwickelungsbehältern ist, da sie an den Wänden festhaften, oft nur mit mechanischen Werkzeugen möglich.

Die Entwickelung des Acetylens aus Calciumcarbid mit Wasser ist keine gleichmäfsig verlaufende Reaktion, sondern die Entwickelungsgeschwindigkeit wechselt in den verschiedenen Zeitabschnitten. Während sonst bei der Entstehung eines Gases aus einem festen Stoffe mit Hülfe einer Flüssigkeit, wie z. B. bei der Entwickelung der Kohlensäure aus Marmor und Salzsäure, die Reaktion gleichmäfsig vor sich geht, d. h. die Gasmenge im direkten Verhältnis zur zugeführten Flüssigkeitsmenge steht und mit dem Augenblick des Aufhörens der Berührung von Flüssigkeit und festem Körper auch sofort die Gasentwickelung unterbrochen wird, ist dies bei der Einwirkung des Wassers auf das Carbid nicht der Fall. Wie Wolff in einer Arbeit über die Entwickelungsgeschwindigkeit des Acetylens [3]) ausführt, tritt zwar, wenn das Carbid frisch ist, zunächst die Zersetzung regelmäfsig ein, und die Gasentwickelung erfolgt genau entsprechend dem Wasserzuflufs. „Nach kurzer Zeit bildet sich aber durch die Zersetzung eine Kalkschicht auf den Carbidstücken. Wenn jetzt weiter Wasser zutritt, so wird dasselbe zunächst von dem Kalk aufgenommen, ehe es an das Carbid gelangen kann. Die Gasentwickelung verlangsamt sich nun, kann sogar eine Zeit lang ganz aufhören; wird dann nach einiger Zeit die Kalkkruste durchbrochen, so stürzt mit einem Male eine grofse Menge Wasser auf das noch unzersetzte Carbid, und es findet dann plötzlich eine sehr stürmische Entwickelung statt.“ Aus diesem Grunde wird auch nach Aufhören des Wasserzutritts die Entwickelung nicht sofort unterbrochen, sondern es findet noch längere Zeit hindurch eine weitere Gasproduktion, die sogenannte „Nachentwickelung“, statt. Dieselbe läfst sich auch nicht dadurch verhindern, dafs man die Anwesenheit überschüssigen Wassers und feuchten Kalkes vermeidet, denn die

[1]) Vergl. S. 239, sowie ferner S. 251. — [2]) Vergl. weiter unten S. 268. — [3]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **1**, 5 und 22.

Gleichung 2 der Carbidzersetzung ist in gewissen Fällen umkehrbar, d. h. aus Kalkhydrat mit Carbid kann ebenso Acetylen entwickelt werden, wie aus Wasser mit Carbid. Außerdem giebt das Acetylengas im Apparat, welches bei seiner Entwickelung mit Feuchtigkeit gesättigt ist, nach der Abkühlung einen Teil des Wasserdampfes in Gestalt kondensierten flüssigen Wassers wieder ab, welches in Berührung mit dem Carbide aufs neue Acetylen erzeugt. Endlich wirkt auch der bei Gegenwart von Wasser stets in der Luft oder im Gase enthaltene Wasserdampf auf Carbid ein. Welche Rolle diese Unregelmäßigkeit des Entwickelungsvorganges bei den verschiedenen Systemen der Acetylenerzeuger spielt, wird im Folgenden noch näher dargelegt werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die erwähnten Erscheinungen sich bei allmählichem oder periodischem Wasserzutritt zum Carbide natürlich stärker bemerkbar machen, als wenn eine größere Wassermenge ununterbrochen auf das Calciumcarbid bis zur vollständigen Zersetzung einwirkt. Auch die Größe der angewendeten Carbidstücke ist in dieser Hinsicht von einiger Bedeutung, da Carbidklein offenbar schneller vollkommen zersetzt sein wird, als große Klumpen.

Man hat auf drei verschiedene Arten eine Regulierung der Entwickelung versucht:

1. durch Verminderung der Reaktionsfähigkeit des Wassers,
2. durch Vermischung des Carbides mit indifferenten Stoffen,
3. durch Zusätze, welche die Kalkrückstände löslich machen.

Lösungen wirken wesentlich langsamer auf Calciumcarbid ein, als reines Wasser, und so wurde schon früh vorgeschlagen, dem Entwickelungswasser lösliche Stoffe zuzusetzen, die auf das Carbid, das Acetylen und die Apparateteile ohne Einfluß sind. Als solche empfahl Schneider[1]) Salze, A. Chassevant[2]) Methylalkohol, Amylalkohol, Aceton, Äther und Glycerin, Bullier[3]) Salze, Essigsäure, Zucker, Glycerin und Alkohol. Je mehr fremde Stoffe das Wasser enthält, desto langsamer erfolgt die Reaktion; aber eine Regulierung der Entwickelungsgeschwindigkeit kann auf diese Weise nicht erreicht werden[4]), ganz abgesehen davon, daß die Herstellungskosten des Gases nicht unwesentlich durch solche Zusätze erhöht werden.

Das zweite Mittel besteht in der Imprägnierung des Carbides, deren verschiedene Arten bereits besprochen wurden[5]); aber auch hiervon gilt das Gleiche: der Angriff des Wassers auf das mit undurchlässigem Überzuge oder indifferenten Zusätzen versehene Carbid tritt zwar langsamer ein, die Entwickelung ist jedoch in ihrem Verlaufe ebenso unregelmäßig, wie bei Einwirkung auf gewöhnliches Carbid.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 87386, Hugo Schneider, Leipzig-Reudnitz (1. September 1895). — [2]) Pellissier, l'Eclairage à l'Acétylène, Paris 1897, 105; Französ. Patent Nr. 252754. — [3]) Pellissier, a. a. O., 106. — [4]) Wolff, Acet. i. Wiss. u. Ind. 1, 5 und 22. — [5]) Vergl. S. 74.

Nur dem Einflufs des Wasserdampfes widersteht das imprägnierte Carbid besser, und diese Eigenschaft kann unter Umständen bei der technischen Herstellung des Acetylens von Bedeutung sein.

Die dritte Gruppe von Regulierungsverfahren beruht im wesentlichen auf der Eigenschaft des Zuckers, mit Kalk wasserlösliche Verbindungen (Saccharate) zu bilden. Létang verwendet deshalb ein mit dem Namen „Acetylith" bezeichnetes präpariertes Carbid, das mit geschmolzenem Zucker überzogen und getränkt ist. Dieses Präparat ergiebt nach Wolff beim Zutropfen von Wasser eine zwar stark verlangsamte, aber keineswegs gleichmäfsige Entwickelung; nach Versuchen des Erfinders und der Pariser Omnibusgesellschaft [1]) aber soll es seinen Zweck, zumal bei Anwendung einer gröfseren Menge Zersetzungswasser, vollauf erreichen.

Jedenfalls ist Wolff darin Recht zu geben, dafs zur Verhinderung der Bildung einer das Carbid einhüllenden Kalkkruste ein sehr hoher Zuckerzusatz erforderlich wäre, da bereits das dreibasische Kalksaccharat schwer löslich ist. Es wäre sehr wünschenswert, wenn über dieses noch sehr wenig erforschte Gebiet weitere wissenschaftliche Untersuchungen angestellt würden.

Auch die Beschaffenheit des Carbides ist auf den Verlauf des Entwickelungsprozesses von bedeutendem Einflufs. Abgesehen von den Verunreinigungen, deren Wirkung und Beseitigung an anderer Stelle besprochen ist [2]), sind es vor allem die physikalischen Eigenschaften, die mehr oder minder grofse Porosität und die Stückengröfse, die hier in Betracht kommen. Es giebt, worauf Caro [3]) aufmerksam gemacht hat, Carbide, die aufserordentlich langsam reagieren und stundenlang, selbst bei der Zersetzung in grofsen Wassermengen, noch Gas abgeben [4]), während andere unter diesen Verhältnissen in kürzester Zeit, fast sofort, ihren ganzen Acetylengehalt ausentwickeln. Carbidklein, das heifst Bröckchen und Krümel von 1 mm bis etwa 7 mm Durchmesser, eignen sich zur Entwickelung bei allmählichem Wasserzuflufs besonders gut, weil der Übelstand der Kalkkrustenbildung bei ihnen weniger auftritt, aber für die Zersetzung in grofsem Wasserüberschusse führen sie durch ihre explosionsartig schnelle Gasentwickelung Unbequemlichkeiten herbei; auch beobachtet man bei ihnen häufig, dafs sie auf dem Wasser schwimmen, weil die die leichten Stückchen umhüllenden Gasblasen sie an die Oberfläche tragen [5]); eine derartige Zersetzung durch „Eintauchen" ist aber, wie weiter unten noch gezeigt werden wird, eine sehr wenig rationelle. Am ungeeignetsten aber ist für die technische Acetylenerzeugung der Carbidstaub [6]); er ist für keines der Verhältnisse,

---

[1]) Pellissier, l'Eclairage à l'Acétylène, Paris 1897, 105. — [2]) Vergl. S. 225 bis 263. — [3]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 184. — [4]) Vergl. S. 123. — [5]) Vergl. S. 228. — [6]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 183; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 162, 281, 321.

unter denen Carbid und Wasser zusammengebracht werden können, verwendbar. Carbidstaub bleibt immer an der Oberfläche des Wassers, gleichviel, ob das letztere von oben oder unten, in grofser oder kleiner Menge herantritt. Dabei wird er nach allen Seiten auseinander geschleudert, wobei die Zersetzung stets eine unvollkommene ist. Die eintretende Erhitzung ist oft derart beträchtlich, dafs der Carbidstaub ins Glühen kommt, so dafs unter Umständen bei Gegenwart von genügend Luft das Acetylen entzündet werden kann.

Von den physikalischen Vorgängen, welche bei der Entwickelung des Acetylens auftreten, ist in erster Linie die bedeutende Volumen- bezw. Druckzunahme in die Augen fallend. Da aus dem Raum eines Kilo Carbids = ca. $^3/_4$ Liter und etwa 300 g Wasser bis zu 300 Liter Gas frei werden, entwickelt sich also aus insgesamt 1 Liter Rauminhalt nahezu das dreihundertfache Volumen Gas. Bedenkt man, dafs Acetylen schon bei dem Drucke von 2 Atmosphären explosive Eigenschaften erhält [1]), so wird man diesem Umstande von vornherein Beachtung schenken und dafür Sorge tragen, dafs bei Herstellung von Acetylen stets nahezu der von dem Gasvolumen einzunehmende Raum auch frei zur Verfügung steht, damit sich das Gas ohne nennenswerte Drucksteigerung entwickeln und aufspeichern kann.

Auch die bei der Zersetzung des Carbides gebildeten Kalkrückstände nehmen einen wesentlich gröfseren Raum ein als das Carbid selbst. Lewes [2]) giebt hierüber folgende Tabellen:

Angewendetes Wasser	Calcium-carbid	Volumen der Kalkrückstände Kubikzentimeter nach		Volumen des abgelagerten Kalkschlammes, Kubikzentimeter auf 1 g Carbid nach	
g	g	30 Minuten	90 Minuten	30 Minuten	90 Minuten
1000	50	480	360	9,6	7,2
1000	50	470	340	9,4	6,8
1000	50	440	350	8,8	7,0
1000	50	470	370	9,4	7,4
1000	40	430	330	10,7	8,0
1000	40	420	320	10,5	8,0
1000	40	400	310	10,2	7,7
1000	40	410	320	10,5	8,0
1000	30	340	240	11,0	8,0
1000	30	320	220	10,3	7,3
1000	30	330	240	11,0	8,0
1000	30	330	240	11,0	8,0
			Mittelwert	10,2	7,6

[1]) Vergl. S. 140. — [2]) Cantor lectures on Acetylene, London, 1899, 23.

Angewendetes Wasser	Calcium-carbid	Volumen der Kalkrückstände Kubikzentimeter nach		Volumen des abgelagerten Kalkschlammes, Kubikzentimeter auf 1 g Carbid nach	
g	g	30 Minuten	90 Minuten	30 Minuten	90 Minuten
1000	50	450	340	9,0	6,8
1000	50	440	330	8,8	6,6
1000	50	450	330	9,0	6,6
1000	50	440	320	8,8	6,2
1000	40	390	310	9,7	7,7
1000	40	410	310	10,0	7,7
1000	40	390	300	9,7	7,5
1000	40	390	300	9,7	7,5
1000	30	310	210	10,3	7,0
1000	30	300	240	10,0	8,0
1000	30	240	230	9,6	7,6
1000	30	300	220	10,0	7,3
			Mittelwert	9,8	8,6

Auch auf diese Ausdehnung der festen Stoffe bei der Zersetzung von Carbid mufs natürlich bei der technischen Herstellung des Acetylens Rücksicht genommen werden.

Neben diesen rein mechanischen Vorgängen läuft ein ebenso wichtiger und beachtenswerter thermischer: das Auftreten einer ganz beträchtlichen Entwickelungswärme. Wir geben nachstehend eine Aufstellung über eine von Lewes [1]) beobachtete Temperaturschwankung bei der Acetylenentwickelung vermittelst eines Apparates, in welchem durch allmähliches Zufliefsen von 330 ccm Wasser in einer Zeit von 20 Minuten 227 g Carbid zur Vergasung gebracht wurden:

Minute	Temperatur ° C.	Minute	Temperatur ° C.	Minute	Temperatur ° C.
1	—	11	250	21	630
2	97	12	265	22	623
3	154	13	284	23	625
4	168	14	290	24	623
5	182	15	317	25	619
6	204	16	452	26	616
7	209	17	616	27	600
8	218	18	648	28	580
9	223	19	674	29	580
10	244	20	644	30	572

[1]) Journ. of the Soc. Chem. Ind. 17, 532.

Minute	Temperatur °C.	Minute	Temperatur °C.	Minute	Temperatur °C.
31	558	41	417	51	417
32	554	42	418	52	414
33	553	43	417	53	402
34	551	44	415	54	398
35	530	45	418	55	390
36	508	46	417	56	387
37	497	47	420	57	383
38	470	48	425	58	375
39	430	49	423	59	373
40	393	50	421	60	373

Wie die Tabelle zeigt, wurde die höchste Temperatur in der 19. Minute mit 674° C. beobachtet. Derselbe Autor berechnet an der Hand dieses und ähnlicher Versuche die Wärmeentwickelung auf 414,6 Cal. für jedes Gramm Carbid, was bei guter Handelsware etwa 400 Cal. entspricht, die bei Zersetzung eines Grammes Carbid frei werden; bei jedem Liter Acetylen wird also gleichzeitig eine Wärmemenge von etwa 1300 Cal. mitentwickelt, oder, um diese Wärmemenge an einem geläufigen Beispiel zu veranschaulichen, das Carbid entwickelt bei seiner Zersetzung etwa $^1/_{20}$ von der Hitze, welche bei der Verbrennung von Kohle frei wird [1]). Aus dem Kapitel „Physik des Acetylens" haben wir erfahren, welche Folgen eine Erwärmung des Acetylengases bei Gegenwart oder bei Abschlufs von Luft hat [2]), und man wird daher, wenn man ein von Verunreinigungen oder Polymerisationsprodukten möglichst freies Acetylen erhalten will, diese bedeutende Wärmeentwickelung durch Verteilung und Ableitung unschädlich zu machen suchen. Dies ist nun um so wichtiger, als das Carbid ein äufserst schlechter Wärmeleiter ist, die an einem Punkte entwickelte Wärme sich also von selbst nicht verteilen kann. Eine äufsere Kühlung des Carbides durch Wassermäntel um das Entwickelungsgefäfs oder ähnliche Vorrichtungen kann aus diesem Grunde den Zweck, lokale Überhitzungen zu vermeiden, nicht erreichen. Nur die Gegenwart eines gröfseren Wasservorrates im Augenblick der Zersetzung vermag die Wärme durch Ableitung unschädlich zu machen.

Eine letzte physikalische Erscheinung, die bei dem Vorgange der Acetylenentwickelung in Wirksamkeit tritt, ist die Lösung des Acetylens in Wasser. Da Wasser bei Atmosphärendruck sein 1,1 faches Volumen an Acetylen absorbiert, entstehen durch die Gegenwart grofser Wassermengen bei der Zersetzung des Carbides beträchtliche Gasverluste. Allerdings wirkt das gebildete Kalkwasser dieser Erscheinung in ge-

[1]) Lewes, Cantor Lectures on Acetylene, London 1899, Third Lecture, 19. — [2]) Vergl. S. 137; vergl. auch Seite 194.

wöhnlichen Fällen entgegen, auch lassen sich, wo bedeutendere Wassermengen in Frage kommen, durch Wiederbenutzung des Entwickelungswassers [1]) oder Zusätze von Salz und dergleichen die Verluste beschränken.

Aus dieser Beschreibung der Vorgänge, die bei Zersetzung des Carbides auftreten, ergiebt sich, dafs die scheinbar so einfache Reaktion der Entwickelung des Acetylens eine Reihe von Schwierigkeiten und Verwickelungen enthält, die aus den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Calciumcarbides und Acetylens mit Notwendigkeit folgen.

Anforderungen an die technische Herstellung des Acetylens.

Ergiebt sich bereits aus der Kenntnis und Berücksichtigung der Vorgänge bei der Entwickelung von Acetylen eine Reihe technischer Schwierigkeiten für die Ausführung der Apparate zur kontinuierlichen Acetylenbereitung, so zeigt sich dies in noch höherem Mafse, wenn man die Anwendung des Verfahrens in der Praxis betrachtet.

An sich wäre ja als Apparat zur kontinuierlichen Herstellung von Acetylen nur ein gasdicht verschliefsbares Gefäfs erforderlich, welches das Carbid aufnimmt und zugleich die Möglichkeit bietet, diesem Wasser in bestimmter Menge zuzuführen, oder das in dem gleichen Gefäfse enthaltene Wasser mit dem Carbid in Berührung zu bringen. Wirklich sind die in der ersten Zeit der Acetylenindustrie in grofser Zahl konstruierten Entwickler fast durchweg in dieser primitiven Weise ausgeführt.

Die Erfahrung zeigte bald, dafs ein derart einfaches Verfahren die Aufgabe, in ökonomischer und gefahrloser Weise ein zur Beleuchtung geeignetes Acetylen herzustellen, nicht zu lösen vermochte. Das Acetylen liefert bei einem geringen Verbrauch eine bedeutende Lichtfülle; zudem ist der Preis des Carbides ein sehr hoher; jede Vergeudung des Gases und seines Rohstoffes bedingt daher bedeutende Verluste, sowohl an Licht wie an Materialkosten. Eine vollständige Ausnutzung des Carbides und des entwickelten Gases ist deshalb eine Grundbedingung der technischen Acetylenbereitung. Ebenso wichtig ist die Vermeidung jeder Gefährdung von Leben und Gesundheit; insbesondere sind also bei der Acetylenerzeugung alle Explosionsgefahren im Apparat oder aufserhalb desselben auszuschliefsen, und weiter sind Verunreinigungen des Acetylens, die ein Rufsen der Flammen oder Abscheidung schädlicher Verbrennungsprodukte bewirken können, nach Möglichkeit zu verhindern.

Die Explosionsgefahr aufserhalb des Apparates wird hervor-

---

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Carbidrückstände und ihre Verwertung".

gerufen durch Entweichen von Gas in den umgebenden Raum; die Ursachen können sein: 1. Undichtheiten oder fehlerhafte Konstruktion, 2. Produktion von mehr Gas, als der Gasbehälter fassen oder die Betriebsrohrleitung durchlassen kann, 3. Verstopfungen von Apparateteilen durch angesammeltes Wasser oder mitgerissene feste Stoffe oder Zufrieren, 4. Versagen oder falsche Funktion von Mechanismen [1]). Alle diese Gefahrquellen müssen möglichst von vornherein ausgeschlossen werden. Die Explosionsgefahr innerhalb des Apparates kann nur durch Überhitzung bei Gegenwart von Luft eintreten und durch luftfreie, kalte Entwickelung vermieden werden. Auch die Gegenwart von Kupferteilen am Apparate und ein hoher Gehalt des Carbides an Calciumphosphid [2]) kann in seltenen Fällen Ursache von Entzündungen werden. Die Verunreinigungen des Carbides sonst können zwar keine Explosionsgefahren [3]), wohl aber Schädigungen der Gesundheit, Belästigungen und Kosten durch schlechte Lichtausbeute, sowie gesteigerten Brennerverbrauch infolge Verrufsung durch unreines Gas bewirken. Auch diesen Unzuträglichkeiten mufs von vornherein vorgebeugt werden.

Fassen wir diese wirtschaftlichen, hygienischen und Sicherheitsbedenken zusammen, so erhalten wir folgende Vorbedingungen in der Praxis:

1. Die Ausnutzung des Carbides mufs eine vollkommene und zweckmäfsige sein.
2. Unzulässige Temperaturerhöhung ist zu vermeiden.
3. Die Beimischung atmosphärischer Luft in schädlichen Mengen ist auszuschliefsen.

Einige Bemerkungen mögen diese drei Grundforderungen der Acetylentechnik etwas näher erklären und erweitern.

Die beiden ersten Forderungen bedingen zunächst die Verwendung eines beträchtlichen Wasserüberschusses für die Zersetzung. Die chemische Formel über die Bildung des Acetylens aus Calciumcarbid und Wasser fordert zwar nur 562,5 g Wasser für 1 kg Carbid zur Vollendung der Reaktion, aber die im vorigen Kapitel geschilderten Begleiterscheinungen der Nachentwickelung und Zersetzungswärme machen eine etwa fünffache Wassermenge erforderlich. Dagegen ist wegen der Löslichkeit des Acetylens und der Kosten des Wassers die Verwendung eines wesentlich höheren Wasserüberschusses nicht empfehlenswert.

Der ersten Forderung entspricht ferner eine richtige Beschaffenheit des Carbides; die Stücke dürfen nicht zu klein, aber auch nicht gar zu grofs sein. Im letzteren Falle bildet der Kalk eine dichte Kruste, die den Zutritt des Wassers zu dem unzersetzten Kern ver-

[1]) Näheres hierüber vergl. weiter unten „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Acetylen". — [2]) Vergl. oben S. 231. — [3]) Ueber die Annahme der Bildung von Chlorstickstoff bei Gegenwart von Ammoniak in Acetylen vgl. Seite 253.

hindert. Da ferner der Kalkschlamm, der sich am Boden des Apparates ansammelt, das Carbid oft derart einhüllt, dafs das Wasser nicht mehr hinreichend wirken kann, so mufs auf Grund der ersten Hauptforderung dafür gesorgt werden, dafs schon während der Entwickelung der Kalkschlamm nach Möglichkeit von dem noch zu zersetzenden Carbid getrennt wird. Bei gut durchkonstruierten Apparaten findet man daher in einer gewissen Höhe vom Boden Roste bezw. reichlich mit Löchern versehene Platten, durch welche der Kalkschlamm in die untere Abteilung des Behälters fallen kann, wodurch zugleich die Beweglichkeit der Carbidstücke und mit ihr das weitere, dauernde Abstofsen des Kalkschlammes erleichtert wird. Weiter ergiebt sich aus vorstehenden Betrachtungen, dafs es sich empfiehlt, auch bei Verwendung eines ausreichenden Wasserüberschusses nur mäfsige Carbidmengen auf einmal zur Zersetzung zu bringen.

Eine ferner hierher gehörige, aus der ersten Forderung folgende Bedingung ist die, dafs die Acetylenentwickelung in einem ausreichenden Zeitraum erfolgen soll. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs besonders in der ersten Zeit der Einführung von automatisch arbeitenden Apparaten einige als ganz besonders vorzüglich angepriesen wurden, weil sie ohne weiteres auch das Drei- und Vierfache der als normal angegebenen Gasproduktion leisten konnten und hierzu nur einer öfteren Füllung mit Carbid bedurften. Andererseits wurde beim Verkauf von Apparaten dem Kauflustigen wohl zunächst eine für seine Verhältnisse ausreichende Gröfse empfohlen, bei Einwänden wegen des Preises, besonders auch bei gegenüberstehenden Konkurrenzofferten jedoch ohne Bedenken eine kleinere Nummer geringerer Leistungsfähigkeit verkauft. Bei einer derartigen Praxis ist es nicht verwunderlich, wenn die Erfahrung ergiebt, dafs nur ein verschwindender Prozentsatz aller installierten Acetylenanlagen für das wirkliche Bedürfnis zu grofs angelegt ist, ein geringer Prozentsatz ihm entspricht, während der gröfste Teil der Apparate für die Anlagen bedeutend zu klein gewählt wurde. An diesem Umstande ist ferner noch die Thatsache schuld, dafs sehr oft die Apparate von vornherein schon von den Erbauern in der wirklichen Leistungsfähigkeit überschätzt wurden, sowie ferner der oft absichtlich im Unklaren gelassene Begriff der „Flamme". Häufig war die 10- oder 12-Liter-Flamme vorgesehen, während Brenner von 20 und 30 Liter Stundenverbrauch installiert wurden.

Wie in vielen Sachen, gilt aber auch bei der Acetylengasentwickelung das Wort: „Gut Ding will Weile haben." Kein Entwickelungsapparat ist im stande, eine beliebig grofse Gasmenge zu erzeugen; die Zersetzung des Carbides durch das Wasser erfordert stets geraume Zeit. Es ist wohl möglich, immer wieder neue Carbidmassen zur Entwickelung heranzuziehen, doch mufs man alsdann auch mit einer enormen Steigerung der Temperatur im Entwickler rechnen. Nun

mufs das Acetylen aber auch eine gewisse Zeit haben, um sich abkühlen zu können, auch beim Durchstreichen des chemischen Reinigers mufs vom Gase ein gewisses mäfsiges Tempo innegehalten werden. Wird jedoch von den zu zahlreichen Flammen das Gas gleichsam aus dem Gasbehälter in das Rohrnetz gezogen, so kann von einem normalen Betriebe keine Rede mehr sein. Wäscher, Reiniger und Trockner können nicht mehr funktionieren; mit dem Acetylen werden reichlich Wasserdämpfe in das Rohrnetz gerissen; während wir beim Acetylen sonst keine Kondensate haben, treten in solchem Falle durch die sich niederschlagende Feuchtigkeit direkte Betriebsstörungen ein [1]).

Gasverluste durch Undichtigkeiten oder beim Beschicken und Reinigen des Apparates, sowie durch einen unzuverlässigen Mechanismus, Überproduktion und dergleichen sind durch die Forderung 1 gleichfalls getroffen, ebenso unvollständig vergäste Rückstände und eine durch Polymerisation oder Verunreinigungen beeinträchtigte Gasausbeute.

Die zweite Forderung ist nach dem Vorstehenden ohne weiteres verständlich. Berücksichtigt man die oben gegebene Tabelle, nach welcher eine Temperatur von 674° C. in der 19. Minute beobachtet wurde und ferner die Thatsache, dafs mit Luft gemischtes Acetylen sich bereits bei 480° C. entzündet [2]), so wird man auch die Notwendigkeit dieser Bedingung anerkennen. Ganz abgesehen aber von diesen Gefahren wird ein allzu heifs hergestelltes Acetylen durch Kondensationsprodukte verunreinigt und minderwertig. Schon äufserlich läfst sich an den Rückständen erkennen, ob die Entwickelung bei unschädlicher Temperatur vor sich gegangen ist oder nicht [3]). Bei einem rationellen Verfahren verbleibt eine weifsliche oder auch schwach bläuliche Kalkmilch bezw. ein breiiger Kalkschlamm; hat dagegen die Acetylenentwickelung unter starker Wärmebildung stattgefunden, so erhält man grau oder gelb gefärbte, feste Rückstände; der Kalk ist unter diesen ungünstigen Verhältnissen versetzt mit Polymerisationsprodukten: Teer, Benzol u. s. w., die man wohl nachträglich mit Wasser übergiefsen kann, ohne sie jedoch aus der Welt zu schaffen, ebenso wenig wie man die falsche Art der Entwickelung hierdurch verbessert.

Was die dritte Forderung der luftfreien Entwickelung anlangt, so ist neben der Gefahr der inneren Explosion die Unannehmlichkeit einer geminderten Leuchtkraft der Flamme zu berücksichtigen. Bei Entwicklern, in welchen jede gröfsere Temperaturerhöhung ausgeschlossen ist, d. h. solchen, die mit einem beträchtlichen Wasserüberschufs arbeiten, ist die Gefahr einer Selbstentzündung im Innern des Apparates offenbar nicht in Betracht zu ziehen; dagegen ist die Furcht vor einem Flammenrückschlag infolge Anwesenheit einer explosiven

[1]) Vergl. J. H. Vogel, „Acetylenexplosionen“. Acet. i. Wiss. u. Ind. 5, 605. — [2]) Vergl. den Abschnitt „Physik des Acetylens“, S. 137. — [3]) Vergl. S. 239.

Acetylen-Luft-Mischung in der Rohrleitung nicht völlig grundlos, da ja immerhin auch mit unvorhergesehenen Vorkommnissen, wie z. B. irrtümliches Anzünden an einem brennerlosen Hahne, Abbrechen eines Brenners an einer mehrflammigen Krone, Ableuchten einer Undichtigkeit der Rohrleitung u. s. w. gerechnet werden muſs. Deshalb ist bei der Acetylenentwickelung auch an dem Ideal der völlig luftfreien Gewinnung festzuhalten. Weiterhin ist noch in Betracht zu ziehen, daſs die Verwendung des Acetylens zur Glühlichtbeleuchtung nur dann möglich ist, wenn das hergestellte Gas luftfrei ist, da schon Beimengungen von $^1/_2$ bis 1 Proz. Luft die Funktion der Glühlichtbrenner stören [1]).

Es erübrigt noch, die im Handel befindlichen Apparatesysteme zunächst in ihren gemeinsamen und unterscheidenden Kennzeichen zu studieren und an der Hand der vorstehenden Anforderungen einer kritischen Beurteilung zu unterwerfen.

Hauptsysteme der Acetylenentwickler.

Da die Menge des bei der Zersetzung des Carbides entstehenden Acetylens abhängig ist: 1. von der einwirkenden Wassermenge, 2. von der einwirkenden Carbidmenge, und 3. von der Dauer der Einwirkung, so kann man eine Regulierung der Acetylenerzeugung auf drei verschiedene Arten vornehmen:

Man führt 1. eine abgemessene Menge Wasser zu einer gröſseren Menge Carbid, 2. eine abgemessene Menge Carbid zu einer gröſseren Menge Wasser, und 3. Wasser und Carbid periodisch zusammen und trennt sie wieder vor vollständiger Zersetzung.

Hieraus ergeben sich folgende drei Hauptsysteme von Acetylenentwicklern:

1. Das Zulaufsystem (auch Tropf-, Flieſs-, Wasserzuführungs-System und Wasser-zum-Carbid-System genannt), bei welchem Wasser und Carbid sich in getrennten Gefäſsen befinden und im gegebenen Augenblick eine abgemessene Menge Wasser zum Carbid geleitet wird.
2. Das Einwurfsystem (auch Einfall-System, Carbid-ins-Wasser-System genannt), wo gleichfalls Carbid und Wasser in getrennten Behältern untergebracht sind und abgemessene Mengen Carbid im gegebenen Augenblick dem Wasser zugeführt werden.
3. Das Berührungssystem (auch Kontakt-, Tauch- oder Spül-System genannt), wo sich Wasser und Carbid im gleichen Raume befinden, periodisch miteinander in Berührung gebracht und wieder getrennt werden.

---

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt über Glühlichtbeleuchtung.

Die Verbindung des Wassers mit dem Carbid kann ferner entweder selbstthätig (automatisch) oder durch Menschenhand bewirkt werden, und man unterscheidet daher bei jedem dieser drei Systeme automatische und Handapparate; bei den ersteren ist es gewöhnlich der Gasdruck, welcher die zur Herbeiführung der Vereinigung von Wasser und Carbid notwendige Bewegung hervorruft, und zwar bildet meist der Gasbehälter mit seiner sich abwechselnd hebenden und senkenden Glocke das Mittel zur Bethätigung des Mechanismus der Entwickelung.

Wir wollen nun zunächst kurz allgemein untersuchen, inwieweit die einzelnen Systeme den im vorigen Kapitel aufgestellten Anforderungen genügen.

Das Zulaufsystem kennzeichnet sich durch die Zersetzung einer gröfseren Carbidmenge mit wenig Wasser. Die Entwickelungswärme wird also weder verteilt, noch abgeleitet; eine bedeutende Temperaturerhöhung, die sich unter besonders ungünstigen Umständen bis zum Glühendwerden einzelner Carbidstücke steigern kann, und entsprechende Polymerisation des Gases sind die Folge. Der Kalk, welcher dann als trockene und feste Kruste die halbzersetzten Carbidstücke umgiebt, hindert einen gleichmäfsigen Angriff des Wassers und eine vollständige Ausnutzung des Carbides. Das zugeführte Entwickelungswasser findet nur im ersten Augenblick frisches, reaktionsfähiges Material vor; je weiter die Zersetzung vorschreitet, um so unregelmäfsiger erfolgt die Entwickelung. Wird der Betrieb unterbrochen, ehe der gesamte Carbidvorrat aufgebraucht ist, so hört die Entwickelung nicht sofort auf, sondern das im Gase in Dampfform enthaltene und später kondensierte Wasser, sowie die Feuchtigkeit der Kalkrückstände wirkt noch weiter auf das unvollständig zersetzte Carbid ein und erzeugt eine starke Nachentwickelung („Nachvergasung“). Diese Erwärmung und Nachentwickelung sind um so beträchtlicher, je gröfser die Carbidmenge im Verhältnis zum einwirkenden Wasser ist. Die Gegenwart von Luft bei der Entwickelung läfst sich durch geeignete Konstruktion zwar einschränken, aber nicht gänzlich ausschliefsen; immer wird bei Neufüllung des Carbidbehälters eine gewisse Menge Luft mit eintreten, die das im Anfange gebildete Gas verdünnt und kurze Zeit hindurch im Entwickler ein Acetylen-Luft-Gemisch entstehen läfst.

Diesen bedeutenden Übelständen des Zulaufsystems stehen andererseits auch grofse Vorteile gegenüber. Die Einfachheit und Zuverlässigkeit der Regulierung des Wasserzuflusses, die hierdurch bedingte Übersichtlichkeit und Gedrängtheit der Konstruktion und Wohlfeilheit der Ausführung des Apparates, Leichtigkeit der Aufstellung und Zusammensetzung, Bequemlichkeit der Bedienung sind kaum von einem anderen Systeme erreichbar. Dieser praktischen Vorzüge wegen wird auch heute noch vielfach über die theoretische Mangelhaftigkeit des Systems hinweggesehen. Ist der Zulaufapparat unter sorgfältigster Berück-

sichtigung aller Erfahrungen und thunlichster Einschränkung der Faktoren, die bei diesem Systeme zu Mifsständen und Gefahrenquellen werden können, aus gutem Material gebaut, so liegt in sicherheitstechnischer Hinsicht keine Veranlassung zu Bedenken gegen seine Anwendung, besonders für kleine und mittlere Anlagen, vor, wenn auch grundsätzlich das System als solches kein gutes genannt werden kann.

Das Einwurfsystem hat vor dem erstbesprochenen von vornherein den Vorteil der Vermeidung jeder schädlichen Temperaturerhöhung. Da die Entwickelung innerhalb einer beträchtlichen Wassermenge vor sich geht, kann eine höhere Erwärmung als auf 100° C. sich nirgends bemerkbar machen, ohne sofort durch Verdampfung oder Ableitung unschädlich gemacht zu werden. Auch die Ausnutzung des Carbides ist eine vollständige, da jedes Stück genügend Wasser vorfindet, um bis zum letzten Körnchen zersetzt zu werden. Hier läfst sich auch die atmosphärische Luft im weitesten Maſse ausschliefsen.

Diese Vorzüge machen sich allerdings nur bei vollendet konstruierten und ausgeführten Entwicklern im ganzen Umfange geltend; bei vielen Apparaten der Praxis sind auch mit diesem Systeme Nachteile verbunden.

Der Wasserüberschufs, dessen gute Wirkungen wir eben besprachen, hat andererseits den Übelstand, eine entsprechend grofse Gasmenge zu absorbieren, da ja Acetylen in Wasser löslich ist. Die ungleichmäfsige Form und grofse Härte der Carbidstücke läfst eine genaue Abmessung, namentlich auf mechanischem Wege, nur schwer zu, und hindert, die Zuführung des Carbides ohne Gasverluste und unbedingt zuverlässig zu bewirken. Der Handbetrieb, auf den man bei diesem Systeme mehr als bei den anderen angewiesen zu sein scheint, erfordert grofse Gasbehälter und Bedienung, wodurch die Anschaffungs- und Betriebskosten erhöht werden. Kurz, von diesem Systeme gilt gerade das Umgekehrte wie von dem ersten: es ist theoretisch unangreifbar und fehlerlos, die Praxis entspricht jedoch in vielen Fällen diesem Ideale nicht ganz. Für grofse Anlagen, wo die vorstehenden Schwierigkeiten weniger in Betracht kommen, ist dieses System jedenfalls das geeignetste.

Wir kommen endlich zum dritten, dem Berührungssystem. Hier finden wir die mangelhafte Ausnutzung des Carbides, die Erwärmung und die Luftmischung sämtlich vertreten. Das vom Wasser benetzte Carbid zeigt die höchsten Temperaturen, die überhaupt bei der Acetylenentwickelung auftreten können; die trockenen, berufsten oder gefärbten Rückstände enthalten oft grofse Carbidstücke, die von ihrer Kalkkruste vor dem Wasserzutritt geschützt, an der Vergasung nicht teilgenommen haben, der im Gasraum angeordnete Carbidbehälter füllt sich bei jeder Neubeschickung mit Luft, die sich mit dem Gase vermischt. Zur „Nachentwickelung“ gesellt sich hier die „Vorver-

gasung", die vorzeitige Zersetzung des Carbidvorrates durch den vom Wasser selbst in der Kälte ausgestofsenen Dampf. Dazu scheint noch als besondere Gefahrenquelle der Umstand zu treten, dafs Calciumphosphid scheinbar leichter durch Wasser zersetzlich ist als Carbid [1]) und deshalb im ersten Augenblick der Entwickelung (bei Gegenwart von Luft!) das Gas einen verhältnismäfsig hohen Gehalt an Phosphorwasserstoff hat [2]).

Auch hier war es die grofse Leichtigkeit der konstruktiven Ausführung, die diesen Apparaten namentlich im Anfang eine grofse Verbreitung verschaffte; heute sind sie in Deutschland fast gänzlich verschwunden, obgleich man inzwischen durch zahlreiche Verbesserungen die grundsätzlichen Mifsstände dieses Systems, wie wir im folgenden sehen werden, möglichst wenig fühlbar zu machen gelernt hat. Für kleine Carbidfüllungen, bis zu etwa 1 kg und mit allen diesen Verbesserungen versehen, sind auch diese Apparate als zulässig zu erachten, für alle gröfseren Anlagen aber ist dieses System unter allen Umständen zu verwerfen.

Ausführungsformen der Hauptsysteme.

Jedes der genannten drei Hauptsysteme zerfällt je nach der Art der Ausführung der Konstruktion noch in eine Reihe von Untergruppen, die wir nunmehr unter Anführung einiger Beispiele näher betrachten wollen.

Das Zulaufsystem.

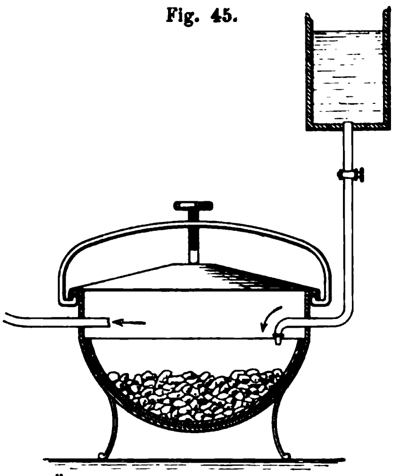
Da es sehr leicht ist, Wasser in abgemessenen Mengen aus einem Behälter in den anderen fliefsen zu lassen, so erfreute sich das Zulaufsystem von Anfang an einer grofsen Beliebtheit und noch heute ist es bei der überwiegenden Mehrzahl der im Handel befindlichen Acetylenapparate angewendet. Zur Ausführung eines Apparates nach diesem System gehört an sich weiter nichts, als ein Wasserbehälter und ein Carbidbehälter, die durch ein absperrbares Rohr miteinander in Verbindung stehen. Öffnet man das Verbindungsrohr, so fliefst etwas Wasser zum Carbid, und zwar je nach der Gröfse der Öffnung tropfen- oder stromweise, und es entwickelt sich eine entsprechende Menge Acetylen. Der Wasserzuflufs wurde in diesem eigentlichen Tropfsystem (Fig. 45 bis 59) bei ganz geringen Carbidmengen als Tropfhahn, bei gröfseren, um die Bildung von unwirksamen Wasseransammlungen im Innern des Carbidbehälters möglichst zu vermeiden, brausenförmig (Fig. 50 und 51) gestaltet. Man fand aber bald, dafs die Unregelmäfsigkeit der Ent-

---

[1]) Caro, Ztsch. f. Beleuchtungswesen, April 1898; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 37; vergl. auch S. 65. — [2]) Vergl. S. 233.

wickelung (bedeutende Nachentwickelung) und die starke Erhitzung des Carbides die Anwendung dieses Systems in seiner einfachsten Form bei gröſseren Carbidmengen und stärkerem Gasbedarf unmöglich machten, und so ist gegenwärtig die Anwendung in der Hauptsache auf transportable Entwickler, Laboratoriumsapparate u. s. w. mit kleinen Carbidfüllungen beschränkt.

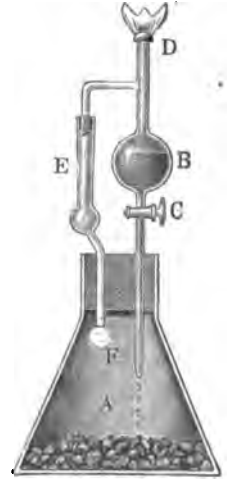
Fig. 45.



Älteste Form des Tropfsystems.

Die älteste Ausführung dieses Systems, welche der Grundform des Typus am nächsten kommt, stellt Fig. 45 dar. Die Zeichnung ist ohne Beschreibung verständlich; derartige Apparate waren in der ersten Zeit der Acetylenindustrie, mit geringen konstruktiven Abänderungen und meist für automatischen Betrieb eingerichtet, ziemlich allgemein verbreitet. Für Laboratoriums- und Demonstrationszwecke sind noch heute ähnliche Einrichtungen in Gebrauch, so die in Fig. 46 abgebildete Demonstrationslampe nach Ahrens und der in Fig. 47 dargestellte Apparat zur Bestimmung der Gasausbeute des Calciumcarbides von Bamberger.

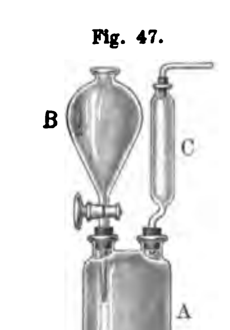
Fig. 46.



Demonstrationslampe nach Ahrens.

A starker Erlenmeyer-Kolben, *B* Glaskugel, *C* Hahn, *D* Brenner, *E* Reinigungsmasse, *F* Wattepfropfen.

Fig. 47.



Apparat zur Bestimmung der Gasausbeute des Calciumcarbides nach Bamberger.

A dünnwandige Woulff-sche Flasche, *B* Tropftrichter, *C* Chlorcalciumrohr.

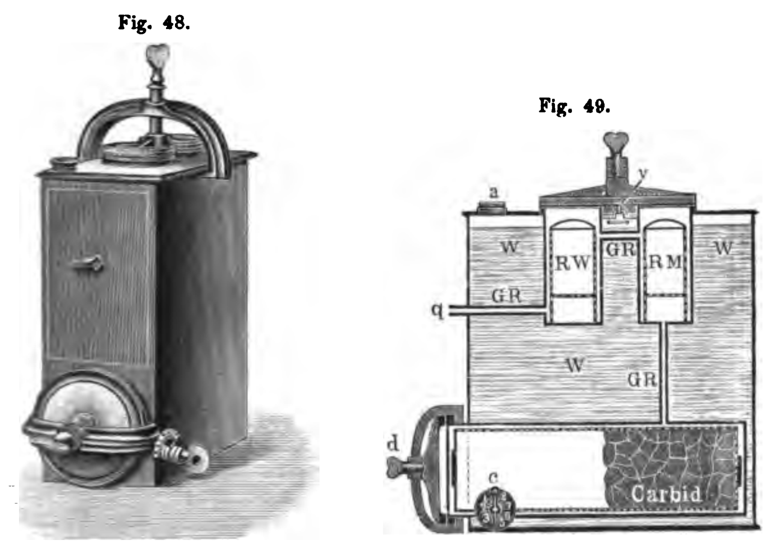
Ganz übereinstimmend hiermit ist der in Fig. 48 und 49 in Ansicht und Schnitt dargestellte tragbare Apparat der Metallwarenfabrik Velo, Dresden-Löbtau, konstruiert.

Die brausenförmige Gestaltung der Wasserzuführung zeigen die Fig. 50 und 51.

Das Hauptgebiet dieser eigentlichen Tropfapparate ist aber das auſserordentlich wichtige und weit verzweigte der Fahrzeugbeleuchtung, speciell der Fahrrad- und Wagenlater-

nen. Fast sämtliche dieser in Hunderttausenden von Exemplaren verbreiteten kleinen Gasapparate sind nach diesem System konstruiert. Sie gleichen fast durchweg dem in Fig. 45 aufgestellten Grundtypus, d. h. sie bestehen aus einem oberen Wasserbehälter und einem unteren Carbidbehälter, welchem das Wasser tropfenweise, von Hand reguliert durch einen Hahn oder ein Ventil, zugeführt wird. Die Abweichungen zwischen den

Fig. 48. Fig. 49.

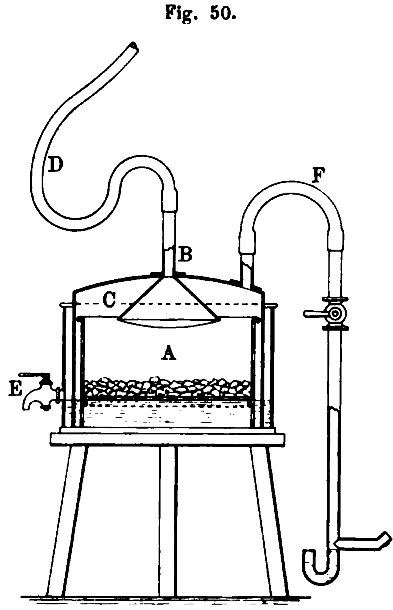


Tropfsystem. Tragbarer Apparat „Velo".
d abschraubbarer Deckel des Carbidbehälters (Bügelverschlufs), *c* regulierbarer Pfeil der Wassertropfvorrichtung, *a* Füllschraube des Wasserbehälters, *GR* Gasrohr, *RM* und *RW* Reiniger, *W* Wasser, *v* Verschlufsplatte der beiden Reinigungskammern, *q* Gasaustritt.

zahlreichen im Handel befindlichen Fabrikaten sind lediglich konstruktiver Natur, obgleich auch für diese Art von Acetylenapparaten eine ganze Reihe von Patenten erteilt ist und die praktische Brauchbarkeit der verschiedenen Ausführungsformen erhebliche Unterschiede aufweist. Die Verstellung des Tropfventils geschieht in der Regel durch einen meist am oberen Ende der Laterne befestigten, zeigerähnlichen Hebel, dessen Stellung auf einer Kreisskala angezeigt wird (vgl. Fig. 48 u. 49, 53, 56 bis 59); durch Rechtsdrehen wird ein, das Wasserzuführungsrohr verschliefsender Ventilkegel zugeschraubt, durch Linksdrehen gelockert. Die mehr oder minder sorgfältige Ausführung dieser Teile ist von grofser Bedeutung für die Brauchbarkeit der Laterne. Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Art der Befestigung des Carbidbehälters und seine Dichtung. Bajonettverschlüsse, Federn, Verschlufsbügel, Verschraubungen aller Art sind hier in Anwendung; meist wird der Carbidbehälter von unten her eingesetzt (Fig. 56, 57, 59), oft aber ist auch der Unterteil der Laterne vollständig von dem sogenannten Hals abtrennbar, und dann das Carbid

von oben einzufüllen (Fig. 54, 58). Die Wasserzuführung zum Carbid erfolgt entweder von oben durch Zutropfen oder auch wohl durch Dochte, bei einzelnen Arten befindet sich in der Mitte des Carbides ein durchlöcherter Hohlcylinder, in welchen das Wasser zunächst hineintritt, um sich dann von dort aus gleichmäfsiger nach allen Seiten in das Carbid zu verteilen (Fig. 58). Zur Beschickung von Fahrradlaternen benutzt man erbsen- bis hirsekorngrofse Carbidstückchen, und zwar entweder lose oder in Säckchen, Packeten aus Zeug oder Papier eingehüllt, endlich auch in Patronenform gebrachtes Carbid in Blech- oder Papphülsen (Fig. 56, 57 u. 59). Auch präpariertes [1]) „(Acetylith") und imprägniertes [2]) (granuliertes) Carbid wird benutzt. Reinigungsvorrichtungen für das entwickelte Gas sind fast nirgends vorgesehen. Die Gaszuführung zum Brenner wird oft

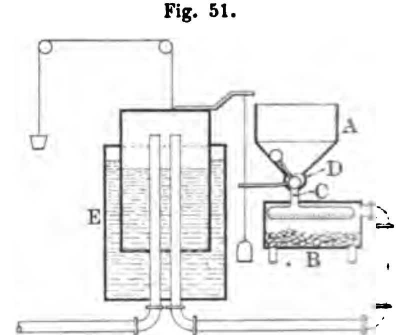
Fig. 50.



Friesche Allgemeene Acetyleen Maatchappij, D. R.-P. Nr. 95072.

A Carbidbehälter mit Rostlager für das Carbid, *B* Wasserzuführung, *C* Gasometerglocke, *D* Gummischlauch, *E* Überlaufhahn zur Verhütung von Wasseransammlungen oberhalb der Roste, *F* bewegliches Gasabzugsrohr.

Fig. 51.



Dickersonscher Apparat.

A Wasserbehälter, *B* Carbidbehälter, *C* Wasserzuführung, *D* Hahn mit Gewichtshebel, durch die Glockenbewegung des Gasometers *E* bethätigt.

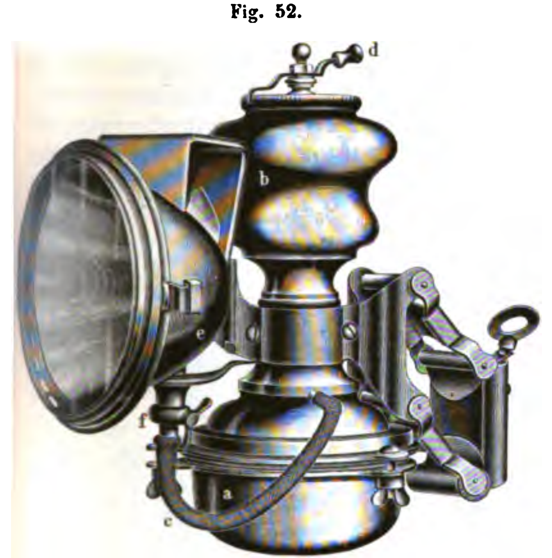
durch Gummischläuche bewirkt, was eine weitgehende Zerlegbarkeit und Beweglichkeit der Teile und Sicherheit gegen gefährliche Drucksteigerungen bewirkt (Fig. 52 und 56). Auch die Art der Brennerbefestigung, leichte Auswechselbarkeit verbrauchter Brenner, die Möglichkeit, mit der Luftpumpe den Brenner, ohne ihn abzunehmen, auszublasen und andere Einzelheiten sind verschiedentlich berücksichtigt (Fig. 55). Im ganzen kann man sagen, dafs bei nicht allzu

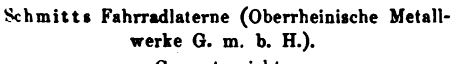
---

[1]) Vergl. S. 78 und S. 266. — [2]) Vergl. S. 74.

hohen Ansprüchen an Gleichmäfsigkeit der Entwickelung, Haltbarkeit der Brenner und Einfachheit der Bedienung die besseren heute im Handel befindlichen Arten von Acetylenlaternen — ausschliefsliche Benutzung im Freien als selbstverständlich vorausgesetzt — befriedigende Ergebnisse liefern. Dagegen ist eine brauchbare Acetylen-Tischlampe — trotz der aufserordentlich zahlreichen Versuche und Patente — auf diesem Wege nicht zu erreichen, und keine der vielen zum Teil mit einigem Aufwand von Reklame in

Fig. 52.

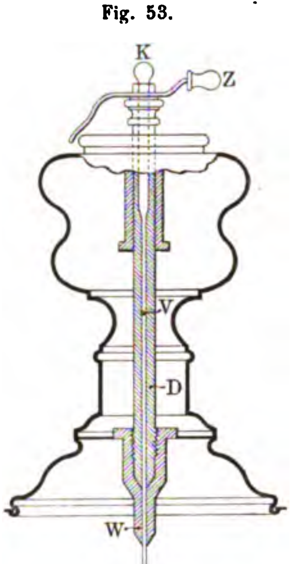



Schmitts Fahrradlaterne (Oberrheinische Metallwerke G. m. b. H.).

Gesamtansicht.

a Carbidbehälter, *b* Wasserbehälter, *c* Gummischlauch zur Leitung des Gases in den Brenner, *d* Drehzeiger zur Bethätigung des Tropfventils, *e* Reflektor, *f* Feststellschraube der mit Luftpumpenwinde versehenen Einsteckhülse des Brenners.

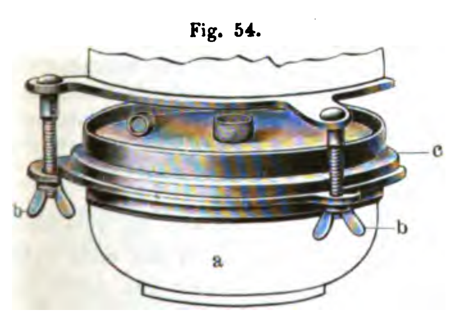
Fig. 53.



Wassertropfventil bei der Schmittschen Fahrradlaterne.

Spindel *D* ist ihrer ganzen Länge nach durchbohrt, [in der Bohrung der herausziehbare Draht *V* mit Kopf [*K* zur Reinhaltung der Wasserzuführung. Durch Hochdrehen der Spindel *D* mittels Zeiger *Z* wird das Durchtreten des Wassers zwischen dem Ventilsitz *W* und Spindel *D* bewirkt.

Fig. 54.



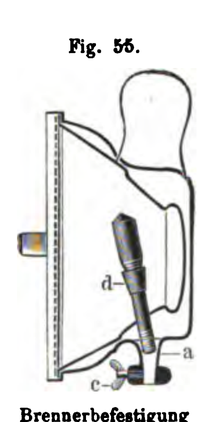
Carbidbehälter-Verschlufs bei der Schmittschen Fahrradlaterne.

a Carbidbehälter, *b* nachziehbare Flügelschrauben, *c* Gummidichtung.

den Handel gebrachten Konstruktionen (als Beispiel diene **Fig. 68**) vermochte sich in nennenswertem Umfange einzuführen.

Zur Erzeugung gröfserer Gasmengen nach dem Zulaufsystem erwies es sich als notwendig, den Carbidvorrat in eine Anzahl kleinerer, voneinander abgesonderter Teile zu zerlegen. Dadurch gelangte man zu der Untergruppe der Abteilungssysteme (Fächer- oder Schiebladen-Konstruktionen), bei welchen der Carbidbehälter durch senkrechte Querwände in eine Anzahl getrennter Fächer eingeteilt ist, die nacheinander vom Wasser erreicht werden. Um dies ohne Umstellung des Wasserzuflusses zu bewirken, wurde bald das einfache Mittel gefunden,

Fig. 55.



Brennerbefestigung der Schmittschen Laterne.

a Gewinde zum Anschrauben der Luftpumpe, *d* Einsteckhülse zum Einschrauben des Brenners, *c* Feststellschraube.

Fig. 56.



Patronenlaterne der Süddeutschen Metallwerke, Mannheim.

Das Carbid ist in der Blechhülse käuflich. Letztere dient nach Entfernung des Deckels als Entwickler. Der Boden ist federnd durch Bajonettverschlufs befestigt. (Bei den neueren Formen ist die Patrone in der gewöhnlichen Weise in den Carbidbehälter einzusetzen, vergl. Fig. 57.)

die Wasserzutrittsöffnungen der einzelnen Kästen in verschiedener Höhe anzulegen, so dafs der Wasserzuflufs stets in das erste Fach erfolgte, und nach Anfüllung desselben das Wasser von selbst in die zweite Abteilung übertrat u. s. f. (Überlaufsystem, Fig. 60 bis 64). Statt das Wasser von oben direkt auf das in flacher Schicht ausgebreitete Carbid laufen zu lassen, versuchte man später, es in ein hoch geschichtetes Carbid von unten eintreten zu lassen und erhoffte von dieser Art der Entwickelung eine Vermeidung der Wasseransammlungen mit ihren Folgen, ohne dadurch einen Erfolg zu erzielen. Auch

hier sah man sich genötigt, das Carbid in Portionen zu teilen, welche entweder durch horizontale poröse Scheidewände oder durch menagenartig übereinander gestellte Kästen gebildet wurden. Um den Angriff einer zweiten Portion so lange auszuschliefsen, bis die erste vollständig zersetzt und das gebildete Gas verbraucht war, trennte man die Abteilungen durch gröfsere Zwischenräume (Fig. 65). So war es in der That erreicht, dafs ein wesentlicher Angriff der höheren Carbidabteilungen erst erfolgen konnte, wenn die niedrigeren vollständig überschwemmt waren (Wasseraufsteigesystem).

Fig. 57.



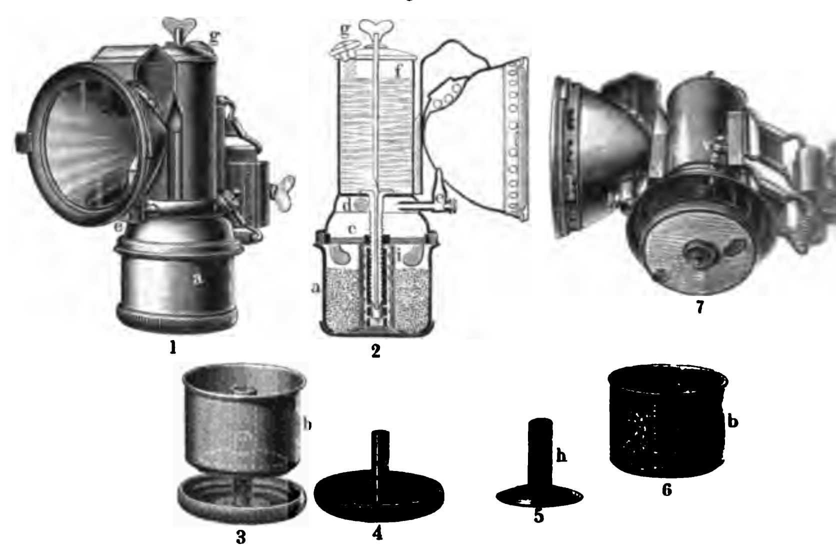
Wagenlaterne der Süddeutschen Metallwerke, Mannheim.
In dem unteren Cylinder, dessen Boden abschraubbar, wird die Patrone oder loses Carbid eingebracht. Die Wasserregulierung ist seitlich sichtbar.

Zur automatischen Ausführung des Zulaufsystems bedient man sich der Energie des Gasdruckes und zwar in seltenen Fällen, bei einzelnen kleineren Apparaten ohne besonderen beweglichen Gasbehälter, der direkten Einwirkung auf die Wassersäule (Syphonregelung, Fig. 66 und 67), bei der überwiegenden Mehrzahl dagegen durch Vermittelung der Gasbehälterglocke. In der einfachsten, am meisten gebräuchlichen Form geschieht dies dadurch, dafs die Bewegung der sinkenden Glocke durch eine zwangsläufige mechanische Übertragung den Hahn des Wasserzuflusses allmählich öffnet und beim Steigen wieder schliefst (Fig. 51, 60, 61, 63, 65), oder dafs das Zuführungsrohr mit einem längeren Ansatze aus biegsamem Material (Gummischlauch oder dergleichen) versehen ist, welcher durch die steigende Gasbehälterglocke syphonartig gehoben wird, so dafs nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren der Wasserzuflufs aufhört. Beispiele hierfür bieten die Abbildungen Fig. 50 und 62; einige andere Ausführungsformen dieser Übertragungsvorrichtungen werden noch weiter unten besprochen.

Kennzeichnend für diese einfache Art der Bethätigung der Wasserzuführung ist es, dafs der Wasserzuflufs zum Carbide unterbrochen wird, sobald sich Gas entwickelt und die Glocke des Gasbehälters steigt. Trifft das Wasser auf frisches, unangegriffenes Carbid, so wird die Unterbrechung sehr schnell erfolgen; wiederholt sich aber der Vorgang des Wasserholens häufiger, so mufs zunächst der anfangs gebildete Kalkschlamm durchtränkt werden, ehe das Wasser zu unverbrauchtem

Carbide gelangt. Dieser Kalkschlamm wirkt nun aber in der Folge wie ein Schwamm, der die aufgenommene Feuchtigkeit auch nach Unterbrechung des Wasserzutritts an das noch vorhandene Carbid abgiebt und so eine weitere unbeabsichtigte Gasentwickelung (Nachentwickelung) von oft bedeutendem Umfange veranlaſst. Andererseits bedingt die Unterbrechung der Wasserzufuhr mitten in der Entwickelung eine starke Erhitzung des Carbides, wie dies überall da der Fall ist, wo bei der Zersetzung wenig Wasser auf viel Carbid einwirkt [1]). Dement-

Fig. 58.



Fahrradlaterne „Velo“.
1 Ansichtszeichnung, 2 Schnittzeichnung, 3 bis 7 Einzelteile.

a Carbidbehälter, *c* Filtervorrichtung, *d* Sicherheitsventil, *e* Brenner, *f* Wasserbehälter, *g* Füllschraube, *i* Wasserverteilungsrohr. (Die Nebenzeichnungen stellen dar: (3) den Carbidbehälter *b* mit aufgeschraubtem Boden und (4) vollständiger Boden, (5) perforiertes Rohr *h*, welches (6) in den Behälter *b* hineinpaſst, (7) Oberteil mit Filter *s* und Sicherheitsventil *v*.)

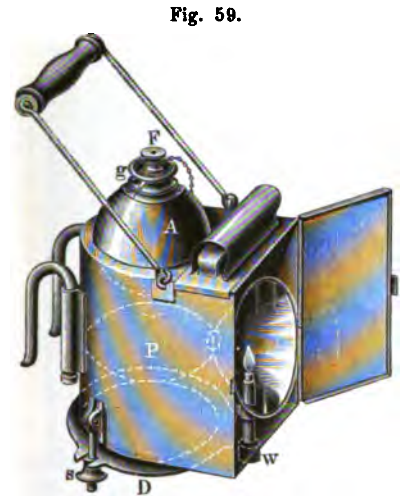
sprechend entsteht reichliche Dampfbildung und Polymerisation des Acetylens. Offenbar würden beide Fehler vollständig vermieden, wenn es möglich wäre, die Anwesenheit von unzersetztem Carbid nach Aufhören der Wasserzufuhr auszuschlieſsen, d. h. bei jedem Wasserholen die betreffende Carbidmenge vollständig und restlos zu zersetzen. Mit anderen Worten: man muſs eine gänzliche Überschwemmung des Carbides mit einem ausreichenden Wasserüberschusse bewirken und den Gasbehälter so groſs wählen, daſs er genügend Raum für das Gas bietet, welches einer jeweilig zersetzten Carbidmenge entspricht. So

[1]) Vergl. S. 22.

gelangte man zu der letzten Vervollkommnung des Zulaufsystems, dem Überschwemmungssystem. Dasselbe ist also dadurch gekennzeichnet, daſs ein abgemessener Überschuſs von Wasser automatisch zu einer abgemessenen Carbidmenge tritt und dieselbe vollständig bedeckt.

Das Studium dieser Konstruktionen ist ein besonders lehrreiches, weil es zeigt, wie die verschiedenen Schwierigkeiten, welche die Eigenschaften des Carbides bei seiner Anwendung bereiten, durch sinnreiche Mechanismen überwunden werden können. Ein Anfang zur Lösung

Fig. 59.



Handlaterne mit Patronenbeschickung. (Allgemeine Carbid- und Acetylengesellschaft, Berlin.)

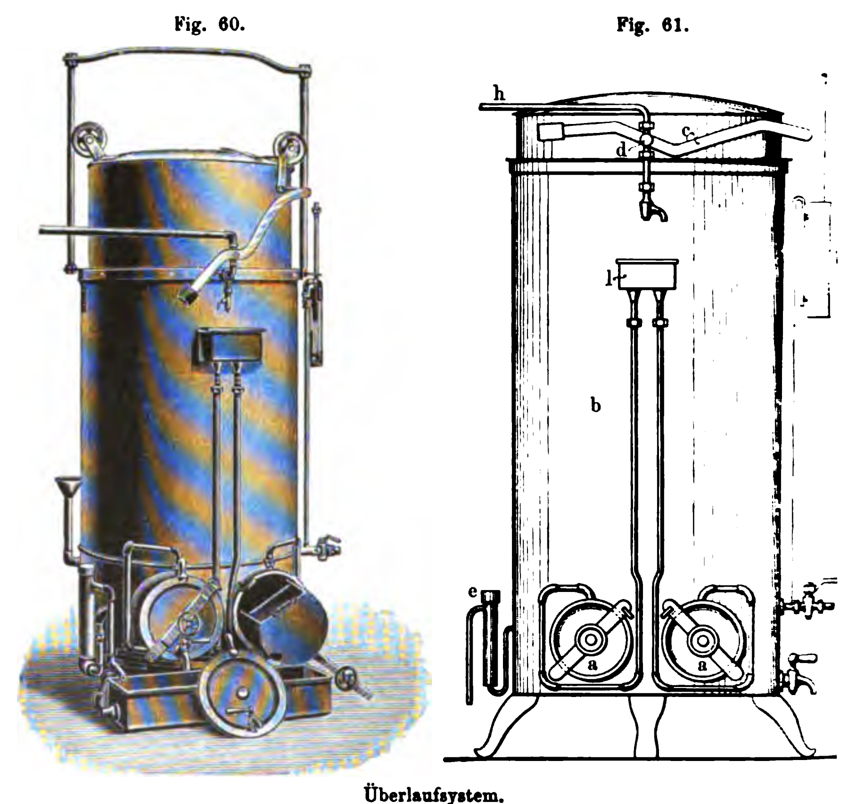
F Füllschraube, *A* Wasserbehälter, *g* Ventilregulierschraube, *P* Patronenraum, *D* Boden, mittels Halteschrauben *s* befestigt, *w* Wassersammlerschraube.

der Aufgabe liegt bereits in dem alten Dickersonschen Apparate (Fig. 51) vor, wo der Wasserzuführungshahn eine Gewichtsbelastung trägt, die ihn sofort in die äuſserste Stellung befördert, sobald die Mittellage nach einer Richtung überschritten wird; hier flieſst also, wenn die Glocke beim Sinken einen bestimmten Tiefstand erreicht, sofort das Wasser mit ganzer Kraft zu. Es wird erst abgesperrt, wenn die Glocke beim Steigen den gleichen Punkt wieder passiert und der Gewichtshebel daher umschlägt. Wenn freilich ein schnell vergasendes Carbid vorliegt, so ist eine vollständige Überschwemmung hierdurch ebenso wenig zu erreichen, wie bei den Wasseraufsteigeapparaten (Fig. 65), wo bald die untere Portion unvollständig zersetzt wird, bald zwei Portionen mit einem Wasserholen angegriffen werden, wenn das Carbid zu langsam vergast.

An dieses System knüpft der Überschwemmungsapparat „Gloria“ (Fig. 69 bis 71), konstruiert von Hans Berger, an. Das von unten hinzu-

tretende Wasser überschwemmt nacheinander eine Anzahl von in verschiedenem Niveau wendeltreppenartig angebrachten gleichen Kästen, welche die vorgeschriebene Carbidmenge enthalten (Fig. 71). Daſs dabei das Carbid thatsächlich unter allen Umständen von einem be-

Fig. 60. Fig. 61.

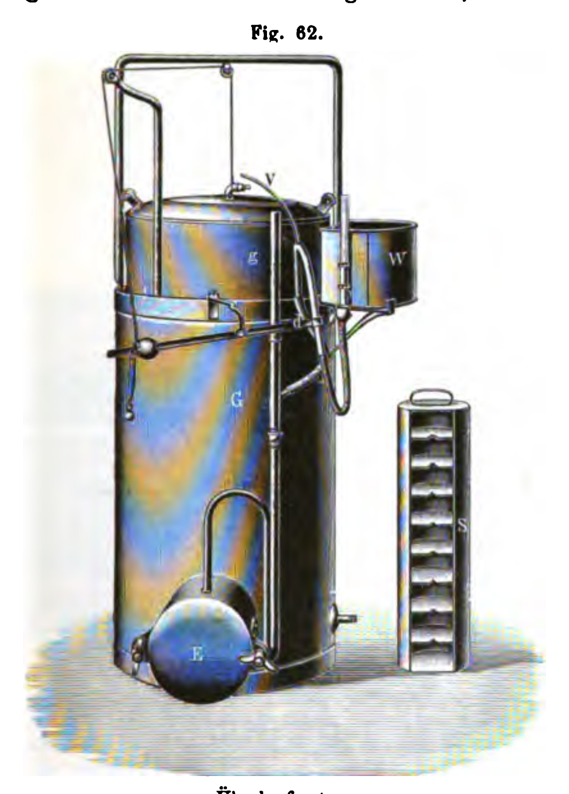


Überlaufsystem.
Apparat von Ernst Schneider, Chemnitz.
a Entwickler, *b* Gasbehälter, *c* Glocke desselben, *d* Wasserregulierhahn, *e* selbstthätiger Kondenswasserableiter, *h* Wasserzuführung, *i* Gasaustritt, *k* Sicherheitsventil. *l* Wasserverteilung zu den beiden Entwicklern.

deutenden Wasserüberschuſs zersetzt wird, erreicht die Konstruktion durch die in Fig. 70 im Schnitt abgebildete Wasserabmessung und Auslösung der Wasserzufuhr. An der Gasbehälterglocke *a* ist die vorspringende Nase *b* angebracht, welche an ihrem Ende eine kurze Gleitfläche *d* besitzt. Dieser gegenüber befindet sich in der Höhe, die dem Tiefstande der Glocke nahezu entspricht, eine Kurbel *c*, auf deren bewegliches Ende sich die Nase zuerst auflegt und dann, dieselbe herabgedrückt haltend, daran vorbeigleitet, bis die Gleitfläche vorüber ist und die Kurbel freigiebt. An dem freien Ende dieser Kurbel ist die Kette *e* zur Wassermeſsvorrichtung befestigt. Beim Anziehen der Kette

wird nun vermittelst der Hebelanordnung *f* zuerst das Ablaufventil *h* des Meſsgefäſses *g* geschlossen und die Verbindung *i* des letzteren mit dem Reservoir geöffnet, dann läuft während des Anspannens der Kette beim Vorbeigleiten der Nase *d* das Meſsgefäſs voll, und endlich beim

Fig. 62.



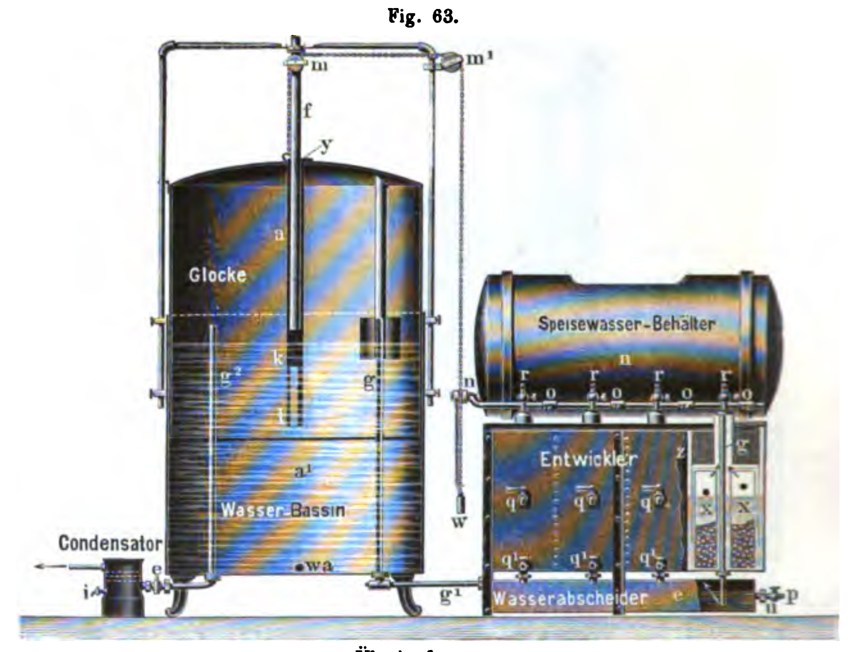
Überlaufsystem.
Apparat von R. Welkoborsky, Gieſsen.
G Gasbehälter mit Glocke *g*, *W* Wasserbehälter, *E* Entwickler, *d* automatische Abstellung des Wasserzuflusses durch Hebung des Abfluſsrohres durch die steigende Glocke, *S* Einsatzlade zur Aufnahme des Carbides mit durch Überläufe verbundenen Abteilungen.

Abschnappen der Kurbel *c* schlieſst sich die Zufluſsöffnung *i* der Meſsvorrichtung *g*, und der Abfluſs *h* zum Entwickler wird freigegeben. Durch diese genaue Abmessung der automatisch für jede Entwickelung zugeführten Wassermenge ist das jedesmalige Ansteigen des Flüssigkeitsspiegels im Entwickler ein genau gegebenes und damit dafür Gewähr geleistet, daſs jeder Carbidkasten thatsächlich momentan vollkommen unter Wasser gesetzt, ein zweiter Kasten aber nicht angegriffen wird. Bei diesem Apparat ist zugleich ein Überkochen oder -spritzen aus einem Carbidkasten K in den anderen K^1 durch die wendeltreppen-

förmige Anordnung der Kästen (Fig. 71) und durch ihre vollkommene Trennung voneinander mittels isolierender Scheidewände *l* vermieden.

Ebenfalls auf der Grundlage des Aufsteigesystems beruht der (hier nicht abgebildete) Butzkesche Überschwemmungsapparat. Hier sind

Fig. 63.

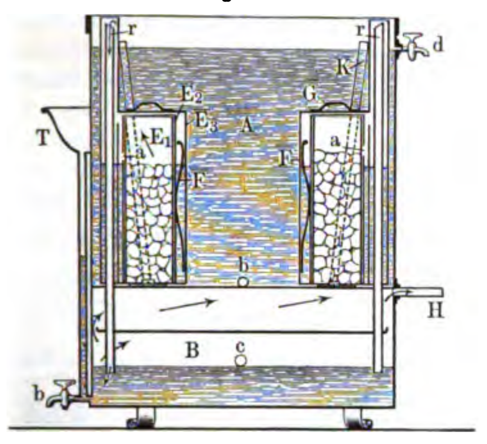


Überlaufsystem.
Apparat Universal von F. Butzke & Co., Berlin.
Der Entwickler besteht aus einer Anzahl durch verschieden hohe Seitenwände getrennter Abteilungen, in welchen sich Carbidbüchsen *x* mit verschieden hoch angeordneten Einflufsöffnungen befinden. Über die Carbidbüchsen ist ein Deckel gesetzt, der zur Aufnahme des Gasrohrs *g* einen erhöhten Dom besitzt. Das nach Öffnung des Hahnes *n* durch die sinkende Gasbehälterglocke zu dem Carbid tretende Wasser überschwemmt dasselbe und tritt dann in die nächst höhere Abteilung über.

die Carbidbehälter schwimmfähig. Sie werden von dem aufsteigenden Wasser so lange gehoben, bis sie, durch einen Anschlag festgehalten, von dem weiter steigenden Wasser überflutet werden.

Eine dritte Konstruktion dieses interessanten Systems zeigt Fig. 72, teils in Ansicht, teils in Schnittzeichnung. Der Entwickler *k* ist durch die Glocke k^1, welche von starken Federn festgehalten wird, hydraulisch verschlossen. In seinem Innern hängen in verschiedener Höhe mit übergreifenden Deckeln versehene Büchsen *e* zur Aufnahme des Carbides. Das Besondere der Wasserzuführung ist hier eine kleine, nur für diesen Zweck bestimmte sogenannte Aktionsglocke *c*, welche, stärker belastet als die grofse Gasbehälterglocke *b*, sich erst mit Gas füllt, wenn der Hauptgasbehälter bereits einen ziemlich hohen Stand erreicht

Fig. 64.

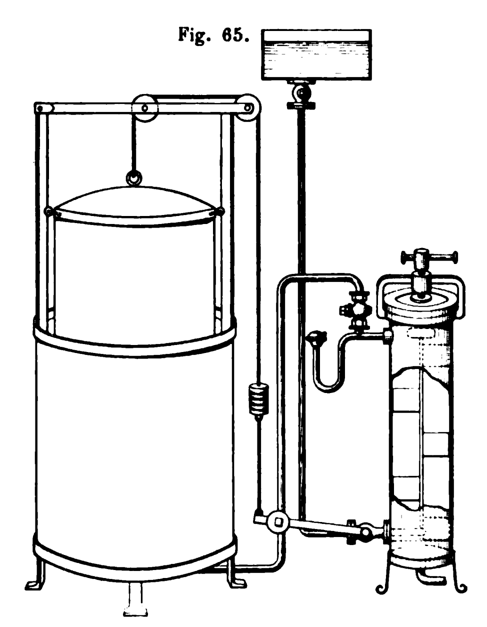


Überlaufsystem. Entwickler des automatischen Apparates der Hera-Prometheus-Aktien-Gesellschaft in Berlin.

A Wasserbehälter, E_1 Carbidbehälter, umgeben von dem zweiten Cylinder E_2, welcher oben offen ist und bei *a* Löcher aufweist, die dem Wasser den Zutritt zum Carbide gestatten. Diese Löcher sind bei den verschiedenen Büchsen verschieden hoch angebracht. Über E_2 kommt schliefslich noch der durch Feder *F* fest angeprefste Deckel E_3, der zur Aufnahme des Gasrohrs *r* einen erhöhten seitlichen Ansatz bietet. Rohr *r* taucht in einen unteren Wasserverschlufs, wodurch eine vollständige Absperrung der Carbidbehälter von der Aufsenluft ohne jeden Hahn ermöglicht wird.

hat, und sich schon vollständig leert, ehe mehr als drei Viertel des Inhalts des grofsen Behälters verbraucht ist. Diese Aktionsglocke besorgt nun die Bethätigung des Wasserhahnes *h*, und zwar öffnet sie denselben bei ihrem tiefsten und schliefst ihn bei ihrem höchsten Stande, d. h. also nach obigem, der Wasserzuflufs beginnt in dem Augenblicke, wo drei Viertel des Inhalts des grofsen Gasbehälters verbraucht ist, und hört erst auf, wenn nach Füllung des Hauptgasbehälters auch die Aktionsglocke steigt. Das Wasser steigt dabei

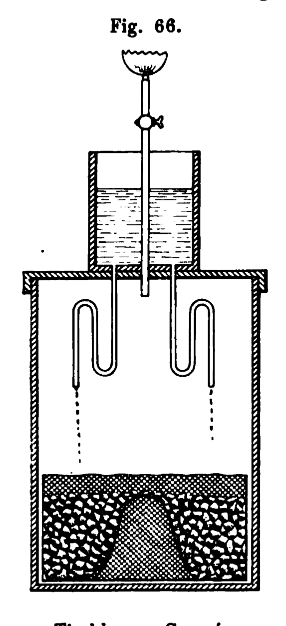
Fig. 65.



Wasseraufsteigesystem. Apparat Engasser.

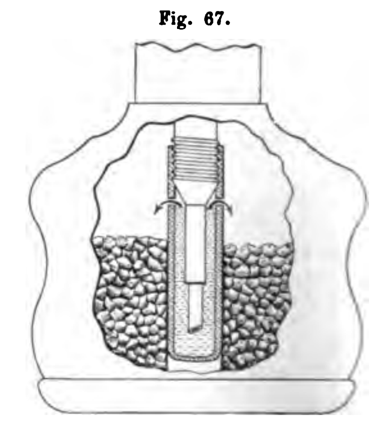
in dem Entwickler in die Höhe, bis es zum oberen Rande der niedrigsten Carbidbüchse gelangt; aber auch jetzt noch verhindert der übergreifende Deckel — der im übrigen das Carbid in den Büchsen vor der Zersetzung durch den Wasserdampf schützt — den Eintritt des Wassers in die Büchsen. Erst wenn das weiter ansteigende Wasser den Deckel hebt, kann das Wasser in die Büchse überfliefsen und reicht nun sicher aus, dieselbe ganz

Fig. 66.



Tischlampe Carré.

Fig. 67.



Carbidbehälter von der Fahrradlaterne der Gasindustrie Ulm.

Zulaufsystem mit Syphonregulierung. Bei Steigerung des Gasdrucks wird die Wassersäule zurückgedrängt und die Wasserzufuhr dadurch gehemmt.

zu erfüllen und das Carbid in der gewünschten rationellen Weise zu zersetzen.

Diese Apparate, so sinnreich sie erdacht sind und so sehr sie auch die genaue Kenntnis aller Vorgänge bei der Entwickelung von Acetylen verraten, sind nur vereinzelt geblieben und haben verhältnismäfsig geringen Anklang gefunden. Der Grund hierfür liegt auf der Hand: theoretisch sind die Apparate einwandsfrei, so lange die Funktion wirklich in der beabsichtigten Weise von statten geht; aber bei der verwickelten Konstruktion und Arbeitsweise, die ein genauestes Zusammenwirken aller Mechanismen und sorgfältigste Justierung der Gröfsen- und Mengenverhältnisse voraussetzt, kann jede kleine Unregelmäfsigkeit zur vollständigen Störung der Funktion führen, und so gestaltete sich die Leistung dieser Entwickler in der Praxis keineswegs so zuverlässig, wie die konstruktive Durcharbeitung hätte vermuten lassen. Die grofse Empfindlichkeit dieser sogenannten „reinen“ Überschwemmungsapparate hat ihre Verbreitung verhindert und bewirkt, dafs das Publikum lieber zu den billigeren Zulaufapparaten gewöhn-

licher Konstruktion griff, obgleich dieselben theoretisch weit hinter den Überschwemmungsapparaten zurückstehen.

So finden wir die verschiedenen Formen der Überlauf- und Aufsteigesysteme überall für die Hausanlagen bei weitem bevorzugt, und

Fig. 68.



Acetylen-Tischlampe „Polarstern" von H. A. Köhlers Söhne, Altenburg i. S.

a Wasserbehälter mit Füllschraube c, b Carbidraum, e Wasserregulierschraube, f Brennerhahn, d Kondensationsraum.

Fig. 69.

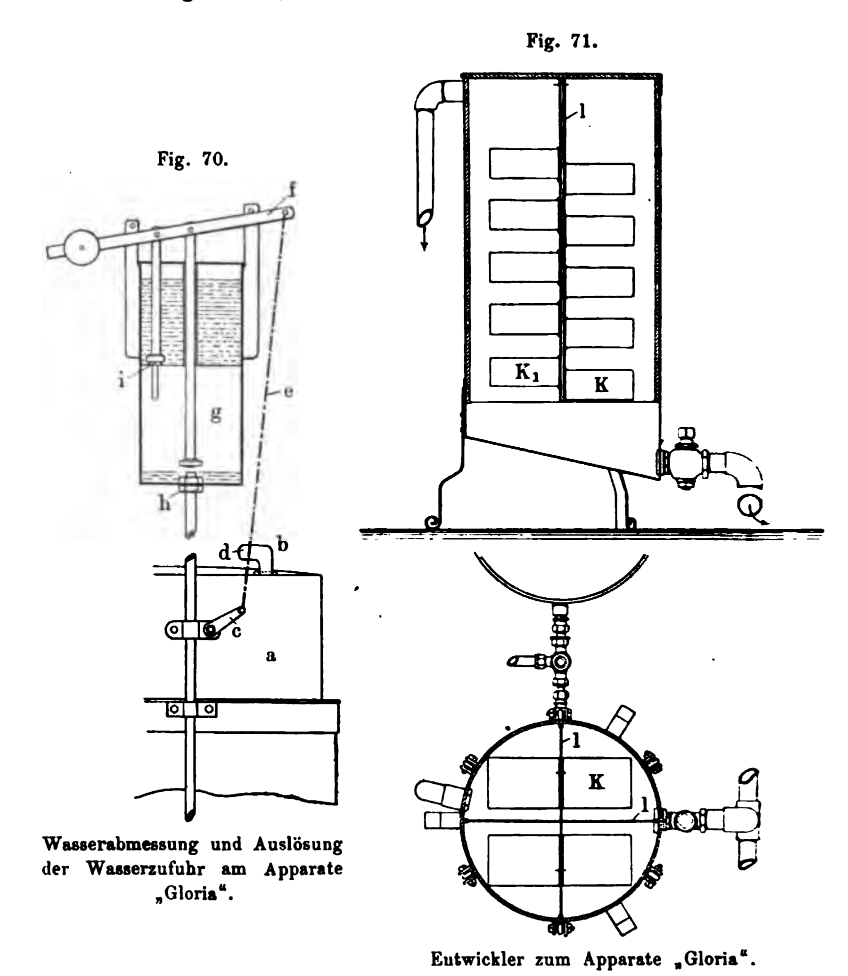


Überschwemmungsapparat „Gloria".

auch wohl mit gutem Recht; denn es giebt keinen geduldigeren, sichereren, widerstandsfähigeren und leichter zu regierenden Entwickler, als gerade diese einfachsten Formen des Zulaufsystems. Gegenüber diesen für die Praxis in allererster Linie maſsgebenden Eigenschaften kommt es nicht so sehr in Betracht, daſs das heiſs entwickelte, stark mit Wasserdampf vermischte Acetylen einen hohen Prozentsatz der Verunreinigungen des Carbides in sich schlieſst und selbst ein Teil desselben in Polymere des Acetylens übergegangen ist[1]). Auch die oft nicht ganz vollendete Zersetzung des Carbides und die Beimischung geringer Mengen Luft bei jeder ersten Entwickelung werden gegenüber den erwähnten Vor-

[1]) Vergl. S. 194.

zügen willig in den Kauf genommen. Trotzdem ist es notwendig, dafs man sich diese Nachteile stets vor Augen führt, damit man sie, soweit es möglich ist, unschädlich machen kann. So wird man bei



Wasserabmessung und Auslösung der Wasserzufuhr am Apparate „Gloria".

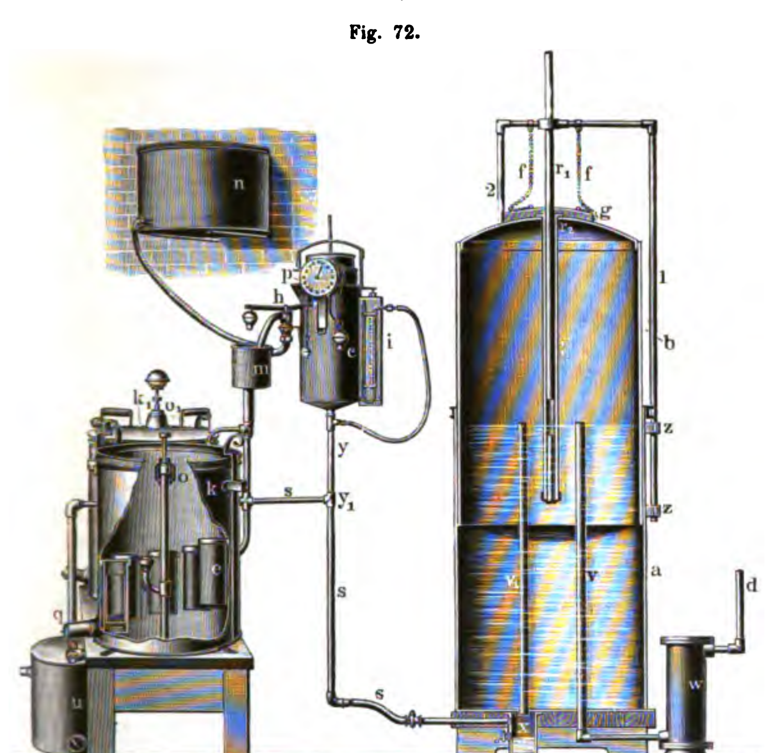
Eutwickler zum Apparate „Gloria".

diesem System vor allem auf eine sorgfältige Reinigung [1]) und Trocknung des Gases, besonders im Winter, achten und auf Frostschutz des Apparates [2]) und der Betriebsrohrleitung vorzüglich bedacht sein müssen. Eine Berechtigung zu einem vollständigen Verbote der Wasserzulaufapparate, wie es manche Verordnungen und Vorschriften enthalten, liegt aber jedenfalls nicht vor.

---

[1]) Vergl. S. 249. — [2]) Vergl. S. 348.

Fig. 72.



Überschwemmungssystem.
Apparat von Ehrich & Graetz, Berlin.

Das Einwurfsystem.

Den Grundtypus dieses Systems zeigt Fig. 73 (a. f. S). Bei *A* ist der Entwickler offen, und durch diesen „Einwurfschacht“ fällt das Carbid auf der schrägen Gleitfläche *B* herab, während das entwickelte Gas senkrecht nach oben steigt und gröfstenteils hinter die Querwand *D* nach *C* gelangt, von wo es durch Rohr *E* fortgeleitet wird.

Dieses System wurde bald als das theoretisch beste anerkannt [1], aber die konstruktive Ausführung des automatischen Mechanismus bot grofse technische Schwierigkeiten, weil das Handelscarbid, bekanntlich ein Material von höchst ungleichmäfsiger Stückengröfse und -form, sich mechanisch kaum annähernd gleichmäfsig verteilen läfst. Man zog

---

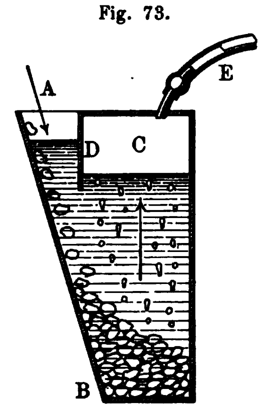
[1]) Einer der ersten war Moissan, der schon im Jahre 1896 in der Vorrede zu Perrodils Handbuch warm für dieses System eintrat, aber die Schwierigkeiten der praktischen Ausführung keineswegs verkannte.

daher vielfach, trotz der wenigstens bei kleineren privaten Anlagen damit verbundenen Unzuträglichkeiten, die Handbedienung dem selbstthätigen Betriebe vor.

Handapparate.

Für diese Art der Bedienung besteht die Schwierigkeit, die Zuführung des Carbides entsprechend dem Bedarfe einzurichten, nicht; der Wärter hat lediglich die Aufgabe, den Stand des Gasbehälters zu beobachten und bei Tiefstand desselben eine hinreichend grofse Menge Carbid in den Entwickler einzuführen.

Fig. 73.



Einwurfsystem.

Eine einfache Konstruktion, welche zugleich den Vorteil der luftfreien Entwickelung gewährt, ist die von Raoul Pictet, welche in den verschiedensten Ausführungsformen heute sich namentlich für Zentralanlagen einer grofsen Beliebtheit erfreut und in allen Kulturländern verbreitet ist.

Das Wesen dieser Konstruktion geht aus dem Anspruch des deutschen Patentes Nr. 98142, welches für diesen Apparat erteilt ist, hervor. Dasselbe führt den Titel „Apparat zur Herstellung von luftfreiem Acetylen“ und datiert bereits vom 10. Februar 1896. Der Patentanspruch lautete ursprünglich:

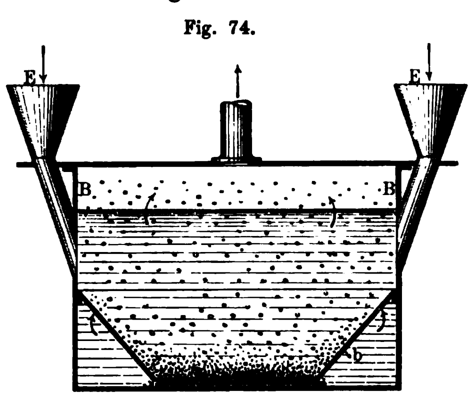
> „Apparat zur Herstellung von luftfreiem Acetylen, dadurch gekennzeichnet, dafs die Einführungskanäle für das Calciumcarbid unterhalb des Wasserspiegels des Entwickelungsgefäfses münden.“

Mit dieser Fassung deckte der Patentanspruch offenbar ein für die Einwurfapparate überhaupt sehr wesentliches Konstruktionsprinzip, nämlich die Zuführung des Carbides unter Wasser, d. h. die Benutzung des Entwickelungswassers zum gleichzeitigen hydraulischen Verschlusse des Gasraumes gegen den Carbidbehälter bezw. den mit der äufseren Luft in Verbindung stehenden Einfallschacht.

Will man die Benutzung dieses Prinzips vermeiden, so ist einerseits ein direkter Einwurf des Carbides mit der Hand unmöglich, man mufs dann gasdicht schliefsende Klappen, Deckel oder dergleichen benutzen und hat bei der Beschickung fast stets mit einem beträchtlichen Gasverluste — entsprechend dem zwischen den Klappen befindlichen Raume — zu rechnen, wenn man nicht komplizierte Kolbenkonstruktionen anwenden will. Andererseits ist auch für automatische Apparate nach diesem System der Wasserverschlufs sehr nützlich, weil nur dadurch der jedesmalige Eintritt von Luft in den Gasbehälter vermieden wird. Mit diesem, wie man sieht, sehr weit gefafsten Patentanspruch

stand nun allerdings die Beschreibung und Zeichnung keineswegs im vollen Einklang. In ihnen (Fig. 74) war eine bestimmte Ausführung dargestellt, bei welcher das Carbid durch seitliche schräge Röhren *E* bis in das Wasser des Entwicklers hineinglitt und dort auf schrägen Gleitflächen *b* bis in die Mitte des Gefäfses geführt wurde, wo es zur völligen Vergasung gelangte. Das Gas sammelt sich bei *B*. Die Patentbeschreibung stellt also lediglich eine solche Gestaltung der Einfallkanäle und des Entwicklers dar, bei welcher das Carbid nicht in freiem Fall in den Entwickler gelangt, sondern auf schiefer Ebene gleitend. Dafs hiermit zugleich die Möglichkeit gegeben werden sollte, das Entwickelungswasser selbst als Wasserverschlufs des Einfallschachtes zu benutzen, ist an keiner Stelle der Beschreibung oder Zeichnung angedeutet. Der in der Patentschrift beanspruchte Apparat hat nach Zeichnung und Beschreibung die Wirkung und Bestimmung, den Fall des Carbides zu verlangsamen, so dafs die mit demselben eingeführte Luft Zeit hat, unterwegs noch im Einfallrohr zu entweichen. Die Wirkung des Apparates, dafs er eine direkte Einführung des Carbides aus der freien Luft in den Entwickelungsraum ohne Anwendung von festen dichten Absperrmechanismen gestattet, ist aber nur so weit durch das Patent gedeckt, als sie durch die in Zeichnung und Beschreibung dargestellte besondere Anordnung nebenher mit erreicht wird.

Fig. 74.



Einwurfapparat, Patent Pictet.
Patentzeichnung zum deutschen Patent Nr. 98 142.

Die gegen das Patent angestrengte Nichtigkeitsklage führte in der That durch endgültige Entscheidung des Reichsgerichts vom 21. Februar 1900 zu einer Einschränkung des Patentanspruches auf folgenden Wortlaut:

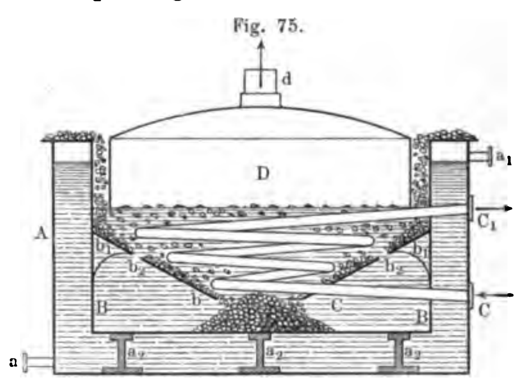
„Apparat zur Herstellung von luftfreiem Acetylen, dadurch gekennzeichnet, dafs die Einführungskanäle für das Calciumcarbid unterhalb des Wasserspiegels schräg einmünden, und sich unterhalb der Mündungen im Innern des Entwickelungsgefäfses schräge Gleitflächen befinden, auf welchen das Calciumcarbid nach der Mitte des Gefäfses gleitet."

Sehr schwierig ist die Frage, welche der bestehenden Apparatesysteme diesem neuen Patent Pictet entsprechen bezw. demselben nicht unterliegen, um so schwieriger, als noch eine Anzahl von gerichtlichen Auseinandersetzungen hierüber schweben. So viel scheint

festzustehen, dafs nur die Aufhebung des freien Falles, nicht aber der Wasserverschlufs selbst unter das Patent fällt. Aus diesem Grunde liegt zunächst der gesamte mit dem Namen „Senksystem“ [1]) bezeichnete Entwicklertypus aufserhalb des Rahmens des Patentes Pictet.

Solche Apparate bauen von deutschen Firmen z. B. Oscar Falbe in Berlin, Bucher & Schrader (jetzt Rheinische Acetylenindustrie in Rheinau-Mannheim), Ehrich & Graetz in Berlin, Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen in Heilbronn, Gasindustrie Ulm u. v. a. Bei diesen Entwicklern finden sich weder schräge Einführungskanäle, noch schräge Gleitflächen, auch soll das Carbid nicht nach der Entwickelungsstelle gleiten, sondern es wird zwangläufig (von Hand oder auch automatisch) dorthin geführt. Von einem Entweichen der Luft vor der Entwickelung kann hier nicht die Rede sein. Überhaupt dürften alle Apparate, bei denen das Carbid nicht lose, sondern in dicht schliefsender Verpackung durch den Wasserverschlufs eingeführt wird, aus dem Patente herausfallen, wenn die Konstruktion von der in der Zeichnung des Patentes Pictet (Fig. 74) festgelegten in einigen Punkten abweicht. Apparate, bei denen loses Carbid verwendet wird, deren Wasserverschlufs wie bei der patentierten Konstruktion angeordnet ist und deren einzige Abweichung darin liegt, dafs die Zuführungskanäle nicht schräg, sondern senkrecht in das Entwickelungsgefäfs unterhalb des Wasserspiegels einmünden (vergl. z. B. Fig. 78, 79 und 81), sind die am meisten zweifelhaften. Allerdings fehlen die schrägen Zuführungsrohre, aber die unterhalb der Mündungen des Schachtes angeordneten schrägen Gleitflächen finden sich auch hier. Freilich können die kleinen kurzen Kegelflächen kaum mit den langen schrägen Gleitböden des Pictetapparates verglichen werden, auch sollen sie nicht das Carbid „nach der Mitte des Gefäfses“ leiten, sondern im Gegenteil nach den Wänden zu; aber entscheidend wären diese konstruktiven Abweichungen an sich nicht, und es wird daher bei jeder dieser Konstruktionen von Fall zu Fall durch die Gerichte entschieden werden müssen, ob sie unter das jetzige Pictetpatent fallen oder nicht.

Fig. 75.



Älterer französischer Pictet-Apparat.

Da die Einwurfapparate für Handbetrieb in allererster Linie für

---

[1]) Vergl. die Abbildungen Fig. 82 bis 87.

Zentralanlagen Anwendung finden, sind bei der Besprechung dieser[1]) einige der dabei benutzten Apparate ausführlicher geschildert. Es wird deshalb hier genügen, die wichtigsten Typen an der Hand von Abbildungen kurz zu beschreiben.

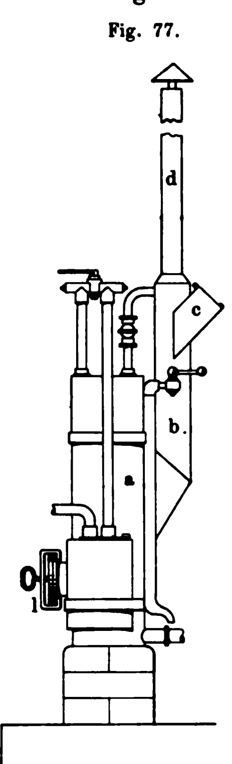
Der Pictetapparat hat in Frankreich ursprünglich die in Fig. 75 und in Deutschland die in Fig. 76 veranschaulichte Form gehabt. Bei

Fig. 76.



Älterer deutscher Pictet-Apparat.

Fig. 77.



Neuere deutsche Ausführung des Pictet-Apparates. (Allgemeine Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin.)

a Entwickler, *b* Einfallschacht, *c* Einwurföffnung, *d* Abzugsschornstein für das im Einfallschacht entwickelte Gas, *l* Reinigungsöffnung.

ersterer ist durch Wassermantel *A* und *B*, sowie Schlangenrohr $C\,C_1$ eine weitgehende Kühlung des Entwicklers vorgesehen. Die Gasbehälterglocke *D* ist direkt mit dem Entwickler verbunden, und in den Ring zwischen Glocke und Gasbehältermantel wird das Carbid von Hand eingeschüttet, fällt auf die schräge Bodenfläche und vergast in der Mitte des Gefäfses.

Die neuere Form der Ausführung dieses Apparates, welcher in Deutschland von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin gebaut wird, zeigt Fig. 77.

[1]) Vergl. weiter unten.

Fig. 78 und 79 zeigt den Einwurfapparat der „Hera-Prometheus“-Aktiengesellschaft in Berlin in Ansicht- und Schnittzeichnung.

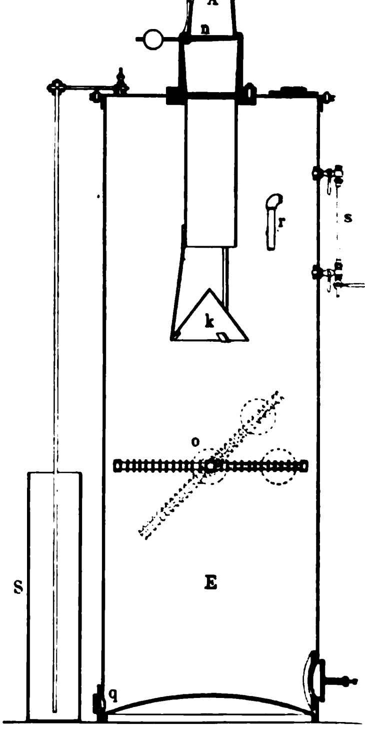
Fig. 80 veranschaulicht den Acetylenentwickler von Dr. N. Caro, Berlin [1]). Das auf diesen Apparat erteilte Patent ist deshalb interessant, weil es zeigt, dafs das deutsche Patentamt eine derartige Konstruktion noch neben dem Pictet-Patent für patentierbar gehalten hat, beweist aber natürlich nichts für den Schutzumfang des letzteren.

Der für Bahnhofsbeleuchtung und zur Herstellung des Mischgases für die Eisenbahnwaggons wohl am meisten gebräuchliche Apparat der Firma Julius Pintsch ist in Fig. 81 abgebildet.

Alle diese Apparate unterscheiden sich eigentlich nur konstruktiv voneinander.

Fig. 78.

Fig. 79.



E Entwickler, *p* Einwurfsöffnung, *n* Verschlufsklappe des Einfallschachtes *A*, *o* Schlammrost, *k* Verteilungskegel, *S* Sicherheitstopf.

Sie erfordern die dauernde Beaufsichtigung durch einen Wärter und verhältnismäfsig grofse Gasbehälter.

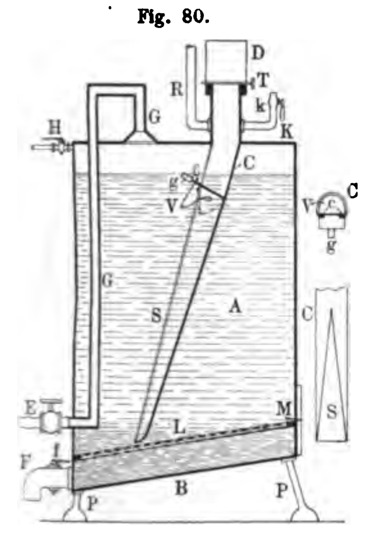
Den in manchen Fällen nicht zu unterschätzenden Übelstand, dafs die Abmessung der Beschickungsmenge in das freie Ermessen des Bedienungsmannes gestellt ist, und den beträchtlichen Gasverlust, der beim Einbringen des losen Carbides durch den Einfallschacht entstehen kann, vermeidet man neuerdings vielfach dadurch, dafs das Carbid in

---

[1]) D. R.-P. Nr. 116245.

Büchsen oder Eimern an langen Stangen oder sonstigen Versenkvorrichtungen unter dem Wasserverschlusse hindurch in den eigentlichen Entwickelungsraum, der mit dem Gasbehälter durch Rohrleitung verbunden

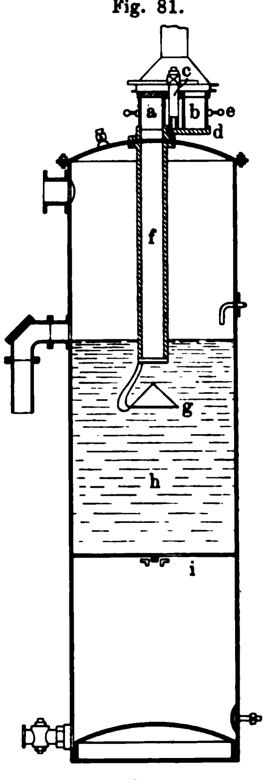
Fig. 80.



Einwurfapparat für Handbetrieb,
System Dr. N. Caro, Berlin.

A Entwickler mit geneigtem Boden *B* auf Füfsen *P*; *C* Carbidzuführungsrohr, welches an dem unteren unter dem Wasserspiegel liegenden Teil mit einem sich nach unten erweiternden Schlitz *S* versehen ist. *D* Carbidaufnahmebehälter, verschlossen durch Schieber *T*, *R* Entlüftungsrohr, *K* Rohr zum Nachfüllen von Wasser, *V* eine bei *c* drehbare Klappe mit Gegengewicht *g*, welche sich in dem Schlitze *S* des auf der vorderen Seite flachen Rohres *C* bewegt, *G* Gasableitungsrohr, *E* Schlauchhahn, *H* Entlüftungshahn, *L* schräger Siebboden, *F* Schlammablafs, *M* Reinigungsloch. Durch die Anordnung des Schlitzes *S* und der Klappe *V* wird verhindert, dafs das sich in dem Carbidrohr entwickelnde Gas nach *D* gelangt. Der Apparat ist auch mit einer etwas modifizierten Perrodilschen Trommel (s. S. 306) für automatischen Betrieb eingerichtet.

Fig. 81.



Einwurfapparat.
Julius Pintsch, Berlin.

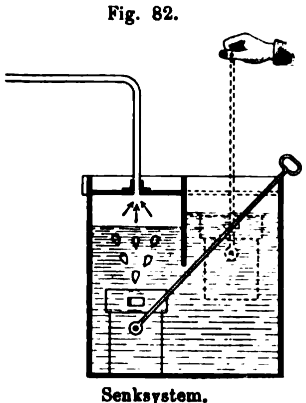
a und *b* Carbidbehälter zur Einführung des Carbides, welche sich um einen Führungszapfen *c* drehen und dicht auf der Scheibe *d* aufgeschliffen sind; ebenso ist auch die obere Deckplatte der Carbidbehälter dicht auf deren Flanschen aufgeschliffen, mittels der Handgriffe *e* werden die Carbidbehälter um 180° gedreht und entleeren so ihren Inhalt nacheinander in den Carbidschacht *f* und auf den Verteilungskegel *g* in das Wasser des Entwicklers *h* und den Rost *i*.

ist, zwangläufig geführt wird. Dieser mit dem Namen Senksystem bezeichnete, oben bereits kurz erwähnte Entwicklertypus hat, wie gesagt, gegenwärtig auffallend viele Vertreter, ein Beweis, dafs dieses System gegenüber der Anwendung losen Carbides wichtige praktische Vorzüge

bietet. In schematischer Darstellung zeigt die Fig. 82 eine solche Konstruktion, ebenfalls ein unter dem Namen Raoul Pictet vertriebener Apparat, welcher von der englischen Gesellschaft (British pure Acetylene Gas-Syndicate L[td.]) hergestellt wird. Die Zeichnung ist ohne Beschreibung verständlich.

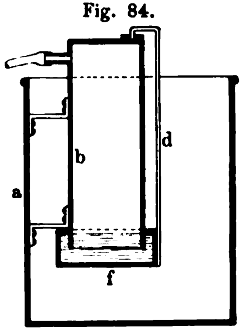
Eine andere Ausführungsform zeigt Fig. 83.

Fig. 82.



Senksystem.
Englischer Apparat Pictet.

Fig. 84.



Abschlufsvorrichtung, D. R.-P. Nr. 116471 der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen in Heilbronn.

a Wasserbehälter des Entwicklers, *b* Gasentwickelungsraum, *f* Verschlufsschale, die mittels Stange *d* aufhängbar ist.

Fig. 83.



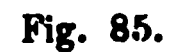
Senksystem.
Apparat „Planet" der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen in Heilbronn.

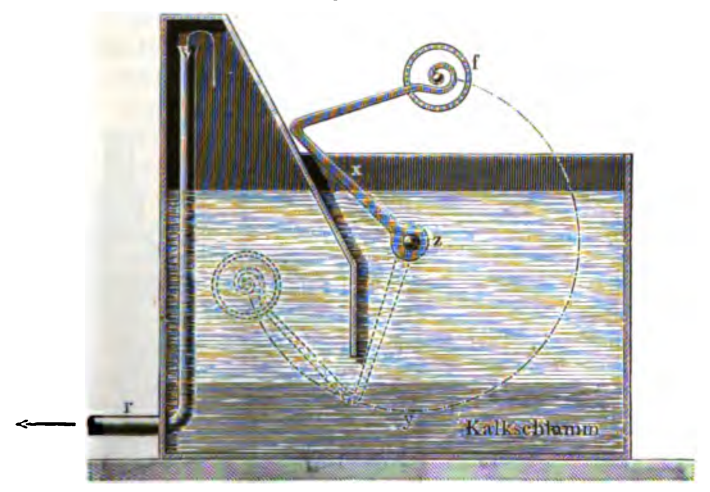
b Entwickelungsraum und Gasraum, *c* Carbidbüchse, welche an der einhängbaren Stange befestigt ist. Die Büchse besitzt perforierten Deckel. Zur Vermeidung von Gasverlusten bei der Beschickung wird imprägniertes Carbid verwendet.

Anstatt dieser Beschickungsvorrichtung kann, wie Fig. 84 zeigt, auch eine Abschlufsvorrichtung des Entwickelungsraumes aufgeschoben werden, um beim Ablassen des Wassers aus dem Behälter die Luft am Eintritt in den Entwickelungsraum zu verhindern.

Ganz ähnlich ist auch der Apparat der Gasindustrie Ulm, der sich von dem vorbeschriebenen nur durch die besondere Gestaltung des

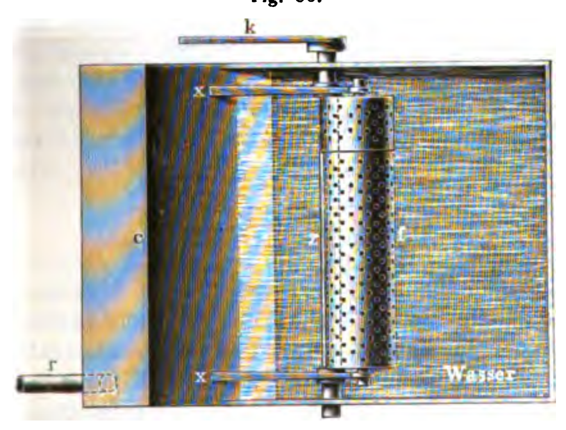
Senkeimers unterscheidet (vergl. Fig. 123); letzterer ist mit einem kurzen Ansatz ähnlich einer Tülle versehen und wird nicht vollständig unter den Entwickelungsschacht geschoben, sondern nur mit dieser Tülle, so


Fig. 85.



Seitenansicht.

Fig. 86.



Ansicht von oben.
Senksystem.
Bucher & Schrade in Mannheim.

dafs die Entwickelung sich eigentlich bereits in der Büchse aufserhalb des Gasraumes vollzieht und erst das fertige Acetylen durch die Tülle in den Entwickelungsschacht einströmt.

Zum gleichen System gehören auch die Konstruktionen, welche statt der geraden Stangen als Beförderungsvorrichtung für die Carbid-

büchse andere mechanische Vorrichtungen verwenden. So benutzt der Apparat von Bucher & Schrade, Mannheim (Fig. 85 u. 86, a. v. S.) eine gebogene Kurbel x, durch deren Drehung die am äufsersten Ende befestigte Carbidbüchse f aus der freien Luft durch das Sperrwasser des Einfallschachtes hindurch momentan unter den Gasfang befördert wird. Bei dem Apparat von Ludwig Bartmann in Berlin ist das Zuführungsorgan ähnlich wie bei den bekannten, selbstfärbenden Stempeln ge-

Fig. 87.



Senksystem.
Apparat von Stauffert in Dinglingen.

staltet, d. h. die Carbidbüchse wird während des Einfallens durch eine entsprechend eingerichtete Führung umgedreht. Stauffert in Dinglingen benutzt zur Zuführung einen Hahn mit hohlem Küken, dessen Gehäuse an der Stirnseite eine der Gröfse des Hohlraumes im Küken entsprechende Öffnung besitzt (Fig. 87). Bei geöffnetem Hahn wird in den Hohlraum ein mit Carbid gefüllter, durchlöcherter Becher gestellt und alsdann eine halbe Umdrehung des Hahnkükens mittels eines Schlüssels vorgenommen. Hierdurch wird das Carbid mit dem Wasser des Entwicklers in Verbindung gebracht; die Neubeschickung erfolgt durch Zurückdrehung des Hahnes und Ersatz der Büchse. Bei der Hauszentrale von Ehrich & Graetz in Berlin befindet sich das Carbid in allseitig geschlossenen Büchsen, deren massiver Boden durch einen an einem langen Metallstabe befestigten federnden Riegel an die Büchse

gedrückt wird. Dieser Metallstab ist drehbar an der Büchse befestigt, so dafs man nach Einführung der Büchse in das Entwickelungswasser unter den Gasfang von aufsen durch Drehung des Stabes den Riegel nach der Seite bewegen und dadurch den Boden der Büchse samt dem darin befindlichen Carbid herabfallen lassen kann.

Die Wirkungsweise der Apparate des Senksystems ist nicht überall genau die gleiche, wie bei den Entwicklern, in die das Carbid lose eingeführt wird. Eigentlich arbeiten nur die Senkapparate, bei denen, wie bei den Konstruktionen von Bartmann und Ehrich & Graetz, die Carbidbüchse vollständig zu öffnen ist, oder bei denen ein durchlöcherter Deckel, durch den sich die Gasblasen hindurchdrängen, nicht vorgesehen ist, streng nach den Grundsätzen des Einwurfsystems. Sonst wirken die Durchlöcherungen der Büchse ähnlich wie eine Anzahl enger Röhren, und es findet während der Dauer der Entwickelung wie beim Entleeren einer enghalsigen Flasche ein fortwährender Austausch von Flüssigkeit und Gas statt; zuerst tritt etwas Wasser in die Büchse ein, es entwickelt sich Acetylen, die Drucksteigerung hemmt den weiteren Wasserzutritt, das eingesperrte Gas drängt sich langsam durch die Löcher heraus, und erst dann dringt neues Wasser nach, eine weitere Gasmenge wird entwickelt und so fort. Die Entwickelung vollzieht sich also hier ähnlich wie beim Tropfsystem oder bei dem weiter unten beschriebenen Verdrängungssystem. Ist dagegen die Büchse oben offen, oder ihr Deckel mit sehr weiten Löchern versehen, so ist der Gasverlust beim Versenken ein ziemlich bedeutender. Man hat daher Konstruktionen versucht, die beide Übelstände vermeiden. Taucherglockenartige Einrichtungen und dergleichen wurden vorgeschlagen und auch praktisch angewendet. Jedenfalls scheint es, dafs diese Nachteile für die Praxis nicht allzusehr in Betracht kommen, da, wie gesagt, dieses System mehr und mehr an Verbreitung gewonnen hat.

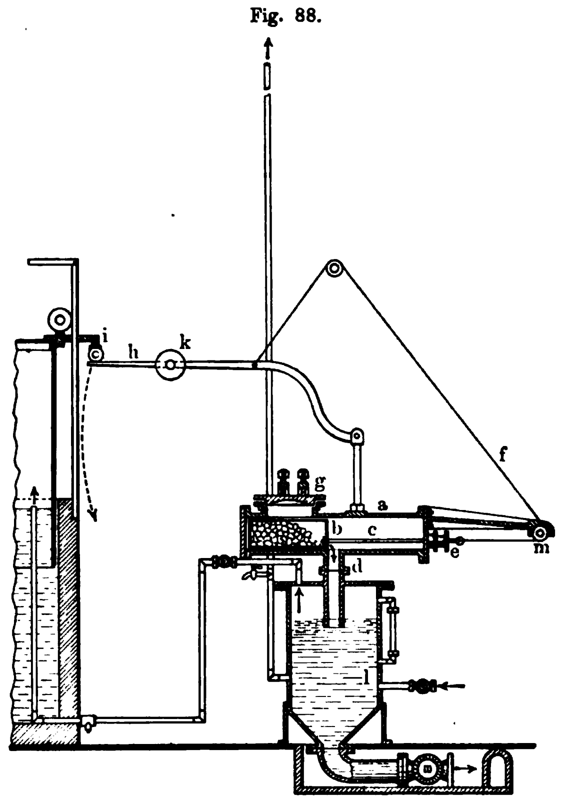
Automatische Apparate.

Die konstruktive Schwierigkeit der Ausführung selbstthätiger Apparate nach dem Einwurfsystem beruht, wie schon erwähnt, auf der physikalischen Beschaffenheit des Handelscarbides, welches sich überhaupt nicht gleichmäfsig durch einfache Mechanismen verteilen läfst. Man war daher zunächst gezwungen, von vornherein auf eine genau gleichmäfsige Zuführung des Carbides zu verzichten und den Gasbehälter grofs genug anzulegen, um auch einem gewissen Überschufs an Carbid genügen zu können. Das Einfallen des Carbides wird dann durch Fortschreiten einer geeigneten Transportvorrichtung über die Schachtöffnung allmählich bewirkt. Bei diesem automatischen Einfallsystem im engeren Sinne rollt also das aufgehäufte Carbid von selbst seine Böschung herab, und es fällt immer so viel in den Einfallschacht hinein, bis der natürliche Böschungswinkel wieder hergestellt ist.

Bei einer anderen Gruppe von Apparaten wird das Carbid bei der

Beschickung in Büchsen, Kästen oder sonstigen Hülsen von gleichmäfsiger Gestalt untergebracht und diese dann allmählich durch irgend einen automatischen Mechanismus eine nach der anderen entleert. Diese Konstruktionsart wird passend als Zellen- oder Kammersystem bezeichnet.

Fig. 88.



Automatischer Einfallapparat.
System Fr. Sassmann.

a luftdicht verschlossener Kasten mit Deckel *g*, *b* viereckige Lade, welche durch Stange *c*, durch Stopfbuchse *e*, Schnurlauf *f*, der über die Rolle *m* geführt ist, allmählich über den Einfallschacht *d* des Entwicklers *l* vorgezogen wird und ihr Carbid dadurch in das Wasser des Entwicklers entleert. Die Gasbehälterglocke drückt beim Sinken mit ihrem Ansatz *i* auf den Hebel *h*, der den Schnurlauf bethätigt. Das Gegengewicht *k* dient zur Entlastung der Reibung der Carbidlade.

Eine dritte Gruppe endlich verzichtet auf die Anwendung des Handelscarbides und verwendet das Carbid in zerkleinerter Form, in annähernd gleichförmigen kleinen Stückchen (granuliert[1]), meist durch Imprägnierung[2]) gegen Wasserdampf geschützt. Diese Konstruktionen,

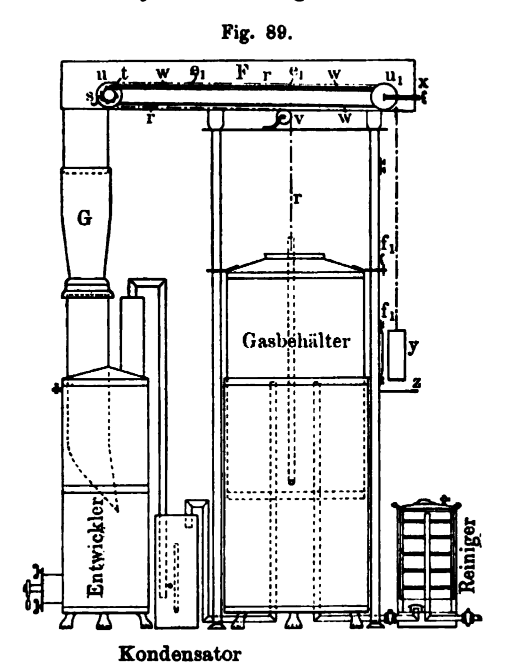
[1]) Über granuliertes Carbid vergl. S. 61. — [2]) Vergl. S. 74.

welche nach der äufseren Form der Zuführungsorgane als „Trichtersystem" gekennzeichnet werden können, sind besonders in Frankreich bereits frühzeitig viel verbreitet gewesen.

Die Vor- und Nachteile dieser drei Gruppen mögen an der Hand einiger bekannterer Beispiele nachstehend erörtert werden.

Das Einfallsystem bedient sich als Zuführungsorgan der Transportschnecke oder ähnlicher Vorrichtungen. Als Beispiele hierfür seien genannt der gelegentlich der ersten Acetylenausstellung in Berlin 1898 besonders ausgezeichnete Apparat „Archimedes" von S. de Szepczynski, ferner der eine kastenförmige Beförderung auf glatter Fläche vorsehende Apparat Safsmann (Fig. 88), der Apparat des Deutschen Acetylenwerkes in Breslau (Fig. 89). Diese in zahlreichen Abwechselungen ausgeführten Konstruktionen weisen meist den Übelstand auf, die Gasbehälterglocke, welche beim Herabsinken die Weiterbewegung der Transportvorrichtung zu besorgen hat, stark und zwar ungleichmäfsig zu belasten, da im Anfange die gesamte Carbidfüllung mitbewegt werden mufs und durch allmähliche Verringerung des Carbidvorrates die Reibung eine andere wird. Man hat versucht, diese Schwierigkeit durch Entlastung mit Gegengewichten zu beseitigen. Ferner bieten diese Konstruktionen meist den Nachteil, dafs sich der Carbidraum bei jeder Neubeschickung mit Luft füllt, die sich mit dem Gase mischt und das zu Beginn der Entwickelung gebildete Gas stark verdünnt. Der Gasbehälter mufs bei diesen Konstruktionen in der Regel auch deshalb gröfser sein, als zur

Fig. 89.

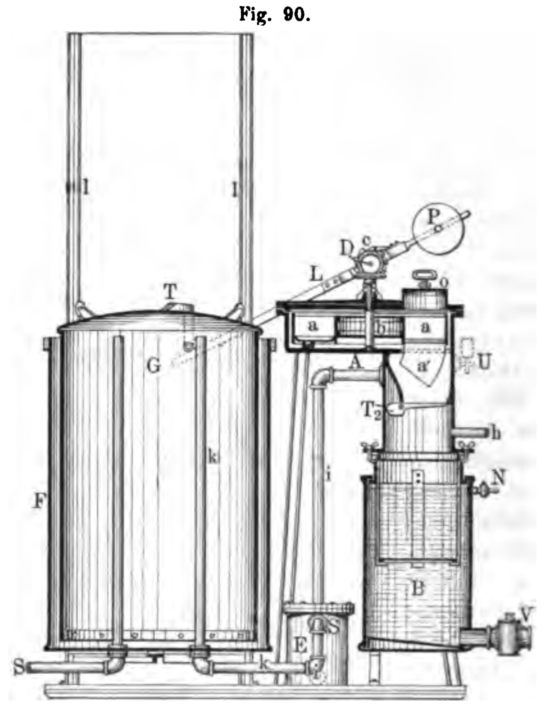


Automatischer Einfallapparat.
Deutsches Acetylenwerk, Breslau.

G Einfallschacht, *F* Transportvorrichtung, bestehend aus dem endlosen Transportband *w*, welches sich in einem durchsichtigen Kasten befindet und über die beiden Rollen uu_1 geführt ist. Beim Sinken der Gasbehälterglocke wird das Gewicht *y* von seiner Unterlage *z* abgehoben, dadurch das bis dahin schlaff hängende Seil *r* angespannt und die Rolle *u* von dem Seile mitgenommen.

Aufnahme des wirklich entwickelten Acetylens erforderlich wäre, weil wenigstens bei einzelnen dieser Apparate die Glocke erst bei einem gewissen Tiefstande anfängt, die Transportvorrichtung mitzunehmen und dieser Eingriff bei jeder neuen Wiederholung des Einwurfs an einer tieferen Stelle erfolgt. Trotz dieser kleinen Mängel ist aber dieses

Fig. 90.



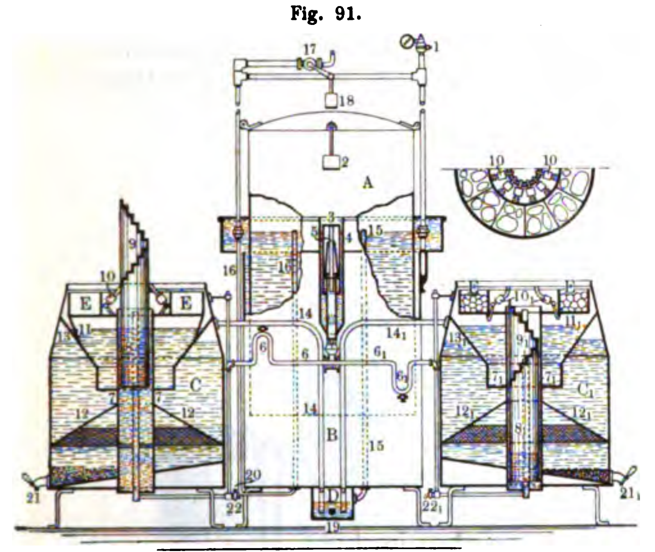
Automatischer Apparat nach dem Zellensystem.
Kesselring & Gerber, St. Imier.
A Perrodilsche Trommel mit 10 Abteilungen *a*, welche lösbare Bodenklappen *a'* besitzen. Die Drehung der Trommel erfolgt durch das Hebelwerk *TLP* um die Achse *b*, welche mit Stopfbuchse oben den Entwickler durchbricht.

System bei fachmännischer Durcharbeitung in der Konstruktion und sorgsamer Ausführung ein sehr zuverlässiges und für mittlere Anlagen durchaus empfehlenswert.

Das Zellensystem bedient sich bei vielen Ausführungsformen der sogenannten Perrodilschen Trommel, eines durch radiale Scheidewände in Sektorenkammern geteilten Ringes, der durch die Glocke in Drehung versetzt wird und dessen Kammern bei bestimmter Stellung durch das Freigeben einer Bodenklappe nacheinander entleert werden (Fig. 90, 91, 92). Den Übelstand der ungleichmäfsigen Belastung der Glocke beseitigte man auch hier durch Entlastung mit Gegengewichten und dadurch, dafs man die Trommel mit dem Carbid (vergl. Fig. 92b) unbeweglich machte und nur eine zentrale Auslösevorrichtung durch die

sinkende Glocke drehen liefs. Die bei dieser letzteren Konstruktion erforderliche Stopfbuchse (*l*) wurde durch Verlegung unter den Wasserspiegel verbessert, wobei man dann keine gasdichte Buchse brauchte, sondern mit einer wasserdichten auskam. Da der Carbidvorrat hierbei stets mehr oder minder, auch bei Verwendung von Wasserabschlufs

Fig. 91.



Automatischer Apparat nach dem Zellensystem.
Karl Imme jun., Berlin.

A Gasbehälter, *B* dessen Wassergefäfs, *C* und C_1 Entwickler, *E* offener Carbidbehälter (Perrodilsche Trommel), dessen untere Klappen 11 u. 11_1 geschlossen sind. Es wird imprägniertes Carbid verwendet. Beim Aufstofsen des Gewichtes 2 auf die im Schwimmergehäuse 4 befindliche Taucherglocke 3 läuft das Wasser aus dem Behälter *B* durch Röhrchen 5 nach dem Schleifenrohr 6 über. Von dort durch 6_1 von unten in das Schwimmergehäuse 7_1 eintretend, hebt es den Schwimmer 8_1, auf welchem ein treppenartig ausgeschnittenes Rohr 9_1 angebracht ist. Die obere Stufe von 9_1 fafst nun einen der Kniehebel 10_1, drückt ihn in die Höhe und bringt dessen unteren Schliefshaken zur Auslösung, so dafs die auf der Klappe 11_1 liegende, bemessene Carbidmenge ins Wasser stürzt und auf schnellstem Wege auf die unterste Stelle des Trichters 12_1, der unten rostartig ausgestattet, gelangt. Das sich nun entwickelnde Gas entweicht durch die darüber stehende Wassersäule in den Gasraum 13_1, von dort durch Rohr 14_1 in den gemeinsamen Kondenstopf *D*, und weiter durch Rohr 15 in die Gasbehälterglocke *A* gelangend, welche nun steigend das Gewicht 2 von der sich selbstthätig hebenden Taucherglocke 3 entfernt, wodurch der Wasserzuflufs durch Röhrchen 5 unterbrochen wird. Bei wiederholtem Senken der Glocke *A* wird ein Fach nach dem anderen des Carbidbehälters *E* verbraucht, indem das Wasser im Schwimmergehäuse 7_1 stets höher und höher steigt, bis es mit dem nach oben gerichteten Schleifenrohr 6 gleich steht, und hat dann das stufenförmige Rohr 9_1 den Stand, wie 9 bei *C* zeigt. Nun wird das durch Röhrchen 5 kommende Wasser das Schleifenrohr 6 übersteigen, in das Schwimmergehäuse 7 gelangen und hier automatisch dieselbe Thätigkeit, wie vorher bei 7_1 beschrieben, entfalten.

des Einfallschachtes, dem Einflusse des Wasserdampfes ausgesetzt ist wird bei einzelnen Konstruktionen imprägniertes Carbid benutzt, während bei anderen der Carbidvorrat luftdicht verschlossen wird, wobei der Nachteil der Ausströmung einer entsprechenden Gasmenge bei der Neubeschickung in den Kauf genommen wird.

Bei den letzteren Ausführungen macht sich ein Übelstand, der dem ganzen Einwurfsystem anhaftet, besonders bemerkbar, das eigentümliche Schäumen nämlich, welches bei der Zersetzung mancher Car-

Fig. 92a.



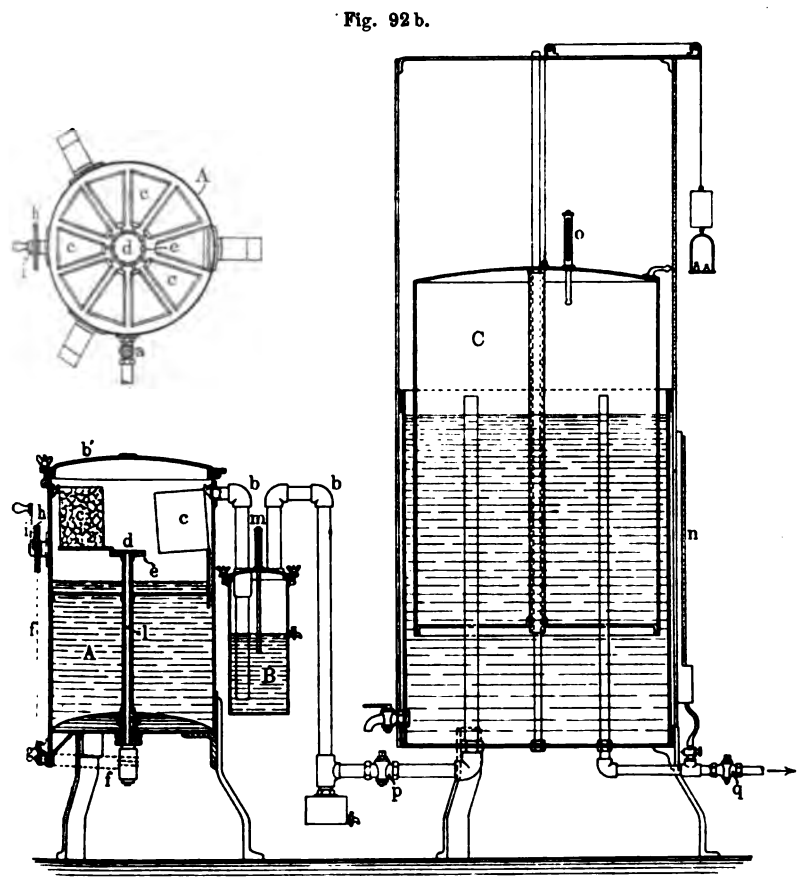
Automatischer Apparat „Simplicissimus“ nach dem Zellensystem. Apparatefabrik Patente Berger, Berlin.

bide durch viel Wasser auftritt und sehr lästig werden kann, da die Schaumblasen die Zuführungsorgane verunreinigen und den Carbidvorrat angreifen, auch den Durchgang des Gases aus dem Entwickler in den Gasbehälter zeitweise etwas hemmen können. Vermutlich rührt das Schäumen von Beimengungen von Aluminiumcarbid her. Es läßt sich durch Verwendung aluminiumfreier Carbidsorten vermeiden; in neuerer Zeit tritt das Schäumen weniger häufig auf, wie überhaupt das Carbid an Reinheit zugenommen hat.

Bei dem Trichtersystem (Grundform Fig. 93) ist das Carbid in einem trichterförmigen Behälter untergebracht, welcher durch ein Rohr mit dem Entwickler in Verbindung steht; dieser Hals wird durch

Zellenbahn, Kammernrad, Schieber oder Ventile periodisch verschlossen oder geöffnet. Beispiele zeigen die Figuren 94 bis 97. In einfachster Weise erfolgt die Zuführung bei dem Apparat „Margreth“ von Oscar Falbe in Berlin (Fig. 96) durch einen Gummischlauch, welcher beim Steigen der Glocke geknickt wird und dadurch die Carbidzufuhr unter-

Fig. 92 b.



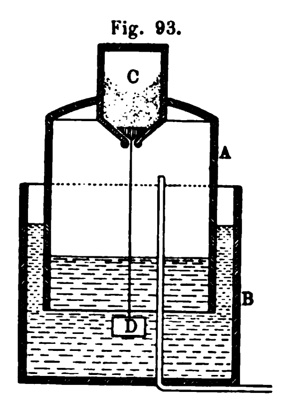
Handapparat „Simplicissimus“ (zur Carbiduntersuchung nach Caro; vergl. auch Fig. 24). Diese Schnittzeichnung veranschaulicht die innere Konstruktion von Fig. 92 a.

bricht, während er sich bei Tiefstand des Gasbehälters gerade streckt und dem Carbide den Durchfluſs gestattet.

Trotz der Anwendung granulierten und imprägnierten Carbides erwiesen sich diese Konstruktionen sämtlich als nicht vollständig zuverlässig, da das durch Kondenswasser benetzte und durch Wasserdampf angegriffene Carbid Neigung zeigt, sich in dem engen Halse festzusetzen, die Öffnungen zu verstopfen oder die Absperrvorrichtung festzuklemmen, so daſs die Carbidzufuhr entweder im gewünschten

Augenblick stockte oder zur Unzeit im Übermaſse erfolgte. Man ver- suchte diese Miſsstände durch Anordnung von Rührern im Carbid- trichter, durch bessere Dichtungen der Ein- führungsorgane oder durch Anwendung leicht gleitender, gegen Feuchtigkeit weniger em- pfindlicher Mischungen des Carbides mit in- differenten Pulvern zu vermeiden, ohne indes im ganzen allzu groſse Erfolge damit zu er- zielen.

Fig. 93.



Grundform des Trichter- systems (Granuliertes Carbid). *C* Carbidtrichter, verschlossen durch Kegelventil, an welchem mittels fester Verbindung das Gewicht *D* befestigt ist. Beim Sinken der Glocke *A* stöſst *D* auf den Boden des Gefäſses *B*, das Kegelventil wird gehoben und etwas Carbid fällt ins Wasser, worauf sich durch Hebung der Glocke das Ventil wieder schlieſst.

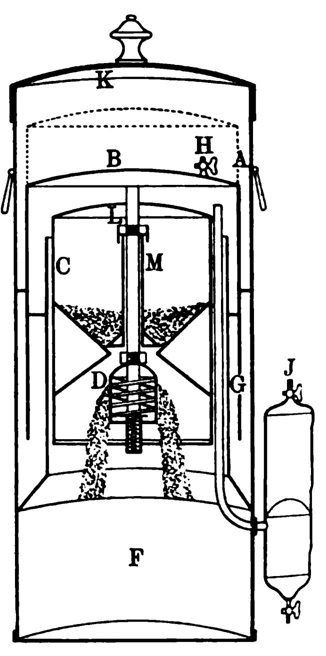
Auch für Fahrradlaternen und Tisch- lampen hat man dieses System benutzt. Eine solche Tischlampe, die eine gewisse Ver- breitung gefunden hat, zeigt Fig. 97. Die Unzuverlässigkeit der Funktion verhinderte indes ihre dauernde Einführung. Bei sehr sorgfältiger Behandlung und fortwährender Beobachtung kann eine solche Konstruktion für bestimmte Zwecke immerhin gute Dienste leisten. Für kleine tragbare Apparate mit Gasbehälter (Fig. 94) hat sich das System sogar ganz gut bewährt.

Fig. 94a.





Fig. 94b.



Trichtersystem, Apparat „Hesperus“ für granuliertes Carbid.

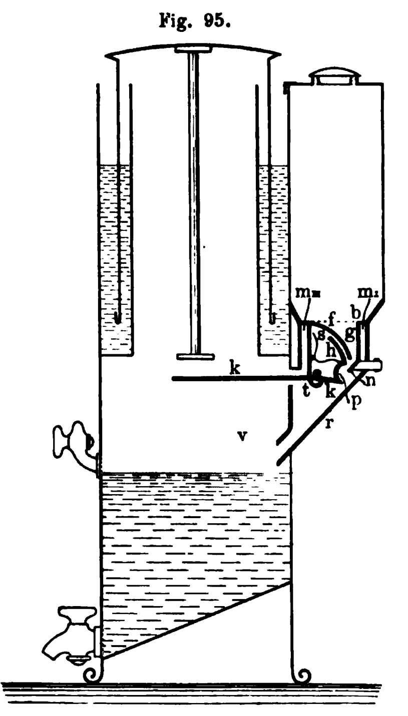
Das Berührungssystem.

Anfangs das beliebteste und verbreitetste aller Systeme, hat das Berührungssystem, nachdem man seine grundlegenden Fehler erkannte, mehr und mehr an Boden verloren und ist heute fast vollständig vom Schauplatz verschwunden.

An dieser Thatsache kann der Umstand nichts ändern, dafs immer wieder neue Erfinder, die von der Geschichte und den Erfahrungen der Acetylentechnik nichts wissen, Mühe und Scharfsinn auf neue Konstruktionen und Ausführungsformen nach diesem System verwenden und die Fachwelt durch Patente oder Ausstellung ihrer angeblich neuen Produkte überraschen.

Bei dieser Sachlage wird es genügen, wenn hier ganz kurz die wesentlichen Kennzeichen dieser Apparate geschildert werden. Das System zerfällt je nachdem, ob das Carbid oder der Wasserspiegel beweglich angeordnet sind, in zwei Hauptklassen, die sich ihrer Wirkungsweise nach in nichts voneinander unterscheiden: das Tauchsystem und das Spülsystem. Schematisch sind diese beiden Klassen in den Fig. 98 und 99 erläutert. Beim Tauchsystem ist das Carbid in einem geeigneten Behälter im Innern der Glocke befestigt und tritt bei jedesmaligem Sinken der letzteren mit dem Wasserspiegel in Berührung; die Glocke hebt sich und die Gasentwickelung soll aufhören, um nach Verbrauch des entwickelten Gases von neuem zu beginnen. Beim Spülsystem ist

Fig. 95.



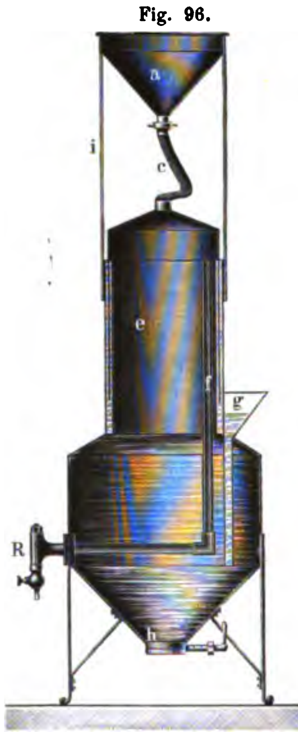
Automatischer Apparat nach dem Trichtersystem.

Georg Winterscheidt, Frankfurt a. M.

Das Ventil besteht aus einem würfelartigen Gehäuse *b* ohne Deckel und Boden, welches von einer viertelcylinderförmigen Scheidewand *f* durchschnitten wird, die gegenüber einen Spalt *g* freiläfst. Unter *f* befindet sich der ebenfalls viertelcylinderförmige obere Teil *h* des Ventils, an dem der nach innen gebogene Teil *p* angebracht ist, welcher seinerseits wieder mit dem Stab *k* verbunden ist. Letzterer ist an der Achse *t* befestigt. Diese Teile werden durch eine Feder *f* abwärts gedrückt, wodurch sich Spalt *g* schliefst, beim Sinken der Glocke legt sich diese auf den Stab *k* und öffnet dadurch das Federventil.

die Einrichtung wie bei dem im Laboratorium gebräuchlichen so genannten Kippschen Apparate oder bei der Döberreinersche Zündmaschine: das Carbid ist im Innern eines unten offenen Cylinders befestigt welcher mit einem äufseren offenen Wassergefäfs in Verbindung steht. Der Wasserspiegel im Innern des Cylinders berührt

Fig. 96.



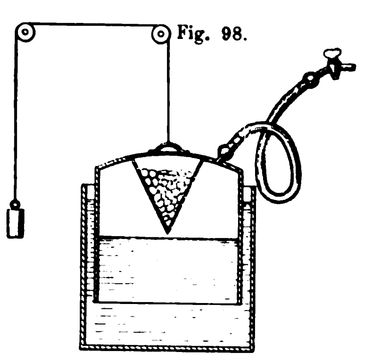
Trichterapparat „Margreth“.
Oscar Falbe, Berlin.

Fig. 97.



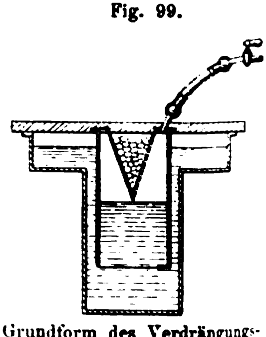
Tragbare Acetylenlampe „Hesperus“ nach dem Trichtersystem.
Camozzi & Schlösser, Frankfurt a. M.

Fig. 98.



Grundform des Tauchsystems.

Fig. 99.



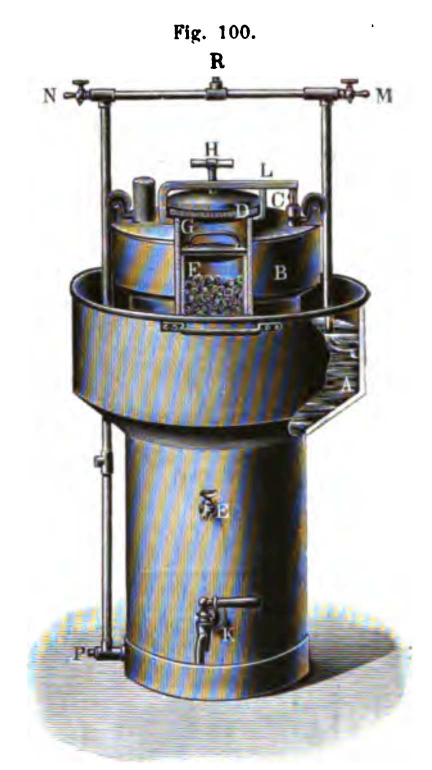
Grundform des Verdrängungs-(Spül-)systems.

zuerst das Carbid, das entwickelte Gas drängt dann das Wasser aus dem Cylinder heraus, bis ersteres verbraucht ist und das Wasser wieder nachsteigt. Diese Klasse von Apparaten wird nach der Art ihrer

Wirkungsweise auch mit dem Namen **Verdrängungssystem** bezeichnet. Beide Gruppen haben dieselben Fehler.

Das benetzte Carbid entwickelt auch nach dem Aufhören der Berührung mit dem Wasser fortgesetzt weiter, der ununterbrochene Einfluſs des Wasserdampfes, die unrationelle Entwickelung durch Vereinigung eines groſsen Carbidvorrates mit wenig Wasser, die geringe Möglichkeit einer Ableitung der erzeugten Wärme, alles das sind schlimme, und was die Hauptsache ist, wesentliche Fehler, die sich nicht durch konstruktive Verbesserungen beseitigen lassen. Beispiele für das Tauchsystem bietet Fig. 100, für das Spülsystem Fig. 101 bis 104.

Fig. 100.



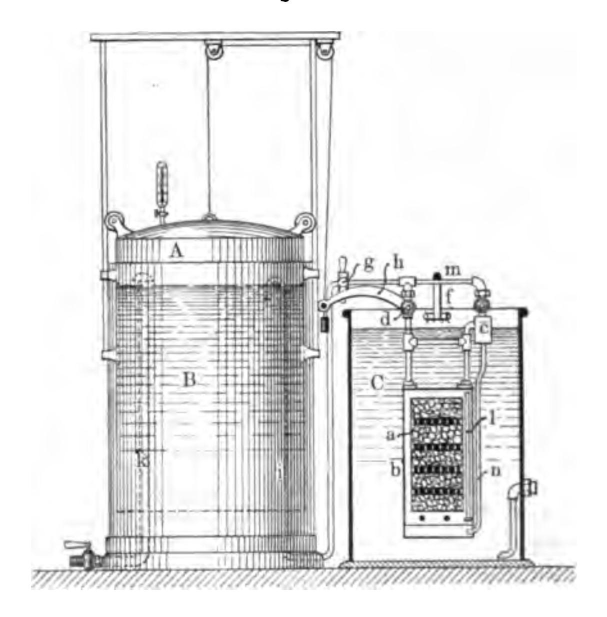
Tauchsystem, Tragbarer Apparat „Lux" (Allg. Carbid- und Acetylen-Ges., Berlin).

Durch die Bewegung der Gasbehälterglocke *B* wird der Carbidkorb *F* abwechselnd ins Wasser getaucht und herausgehoben. *A* Wasserbehälter. In Glocke *B* befindet sich Cylinder *G*, in welchen der Carbidkorb *F* eingesetzt und durch Deckel *D* mit Hebel *L* und Schraube *H* gasdicht verschlossen wird. Die Hähne *N* und *M* leiten das Gas durch Gummischläuche fort. Hahn *E* reguliert den Wasserstand, Hahn *K* dient zum Ablassen der Kalkmilch.

Von dem Wasseraufsteigesystem, mit dem das Spülsystem äuſserlich sehr viel Ähnlichkeit hat, unterscheidet es sich grundsätzlich dadurch, daſs bei letzterem das zum Carbid getretene Wasser mit steigendem Gasdruck wieder zurückgedrängt wird, was beim Wasseraufsteigesystem nicht der Fall ist. Man hat durch ähnliche Anordnungen, wie sie bei diesem angewendet werden, auch beim Spülsystem Verbesserungen versucht, so durch Teilung des Carbidvorrates in horizontale Schichten mit indifferenten Zwischenlagen (Fig. 101), durch Lagerung der Carbidstücke auf Spitzen, um dadurch die Berührungspunkte und Auflageflächen möglichst zu verringern (Fig. 102), u. s. w. Auch die Anwendung imprägnierten und präparierten Carbides ist aus leicht ersichtlichen Gründen gerade bei diesem System besonders beliebt. Durch die Vereinigung solcher Verbesserungen gelingt es in der That, auch mit diesem System erträgliche Resultate in der Praxis zu erzielen.

Wegen seiner kompendiösen Form ist das Berührungssystem besonder auch für tragbare Apparate, Laternen und Lampen angewendet worden Eine Fahrradlaterne solcher Art zeigt Fig. 103.

Fig. 101.



Spülapparat.
Oscar Falbe, Berlin.

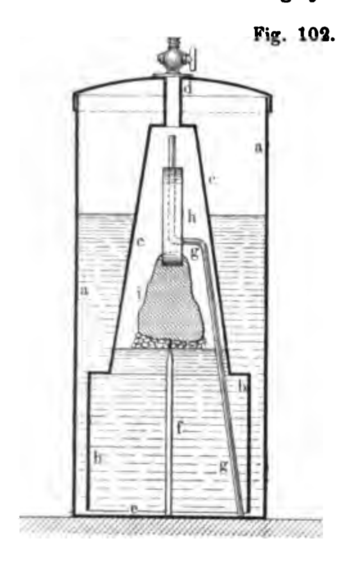
Beim Sinken der Glocke *A* wird der Gashahn *d* geöffnet, worauf von unten in das Innere der Taucherglocke *b* und an das in übereinander stehenden, durch Zwischenräume getrennten, durchlöcherten Behältern befindliche Carbid Wasser herantritt, bis durch das Steigen der Glocke Hahn *d* wieder geschlossen und durch den Gasdruck das Wasser aus der Glocke *b* herausgedrängt wird.

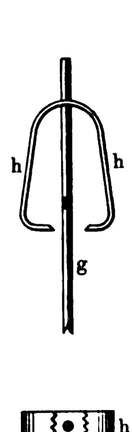
Mit präpariertem Carbide (Acetylith) arbeitet die Lampe von Blériot, Paris (Fig. 104), welche angeblich regelmäfsig und gut funktionieren soll.

Alle bisher beschriebenen Systeme bedienen sich der Entwickelung unter schwachem Drucke, welche Funktionsart in Deutschland infolge der polizeilichen Vorschriften und aus praktischen Gründen allein gebräuchlich ist. In der Schweiz sind noch einzelne Hochdruckapparate besonders zur Eisenbahnbeleuchtung in Gebrauch, haben jedoch auch dort eine gröfsere Bedeutung nicht erlangen können.

Anstatt des Wassers Wasserdampf zur Zersetzung zu benutzen, ist eine Mafsnahme, die aus den gleichen Gründen, wie die Anwendung

Fig. 102.





Tischlampe nach dem Spülsystem.
Carl Imme jun., Berlin.

a äufserer Wasserbehälter, *c* innerer Cylinder mit erweitertem Teil *b*. In der Mitte die Nadel *f*, auf welcher das Carbidstück (imprägniert) *i* aufruht; dasselbe hängt an der Feder *h*, welche an der Stange *g* leicht gleitend befestigt ist.

Fig. 103.

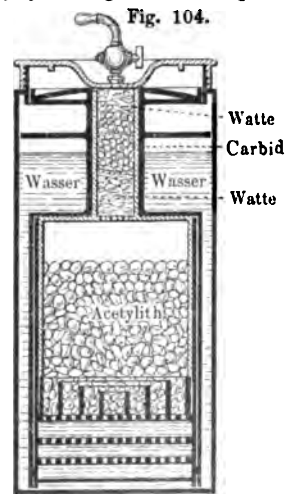




Acetylenlaterne „Bavaria" nach dem Spülsystem.

Der äufsere Behälter ist ein Drittel mit Wasser gefüllt, und eine unten offene innere Röhre enthält die mit Carbid gefüllte Hülse, die beim Sinken des Gasdruckes vom Wasser erreicht wird.

Fig. 104.



Acetylenlaterne mit Acetylithfüllung nach dem Spülsystem.
M. Blériot, Paris.

Das entwickelte Gas wird durch ein mit Watte, Carbid und dergl. gefülltes, von Wasser gekühltes Rohr geleitet, um die Kondensationsprodukte zu entfernen.

von Imprägnierungsmitteln mehrfach vorgeschlagen wurde, zuletzt von Gustafsson im D. R.-P. Nr. 129 210[1]).

Über die Benutzung anderer Flüssigkeiten anstatt des Wassers ist bereits in dem Kapitel über Imprägnierung und Präparierung[2]) des Carbides gesprochen worden. Alle diese Besonderheiten sind fast ausschliefslich auf das Laboratorium und die Versuchswerkstatt beschränkt geblieben, und die grofse Mehrzahl der Konstrukteure hat schon aus wirtschaftlichen Gründen sich von allen Abänderungen der natürlichen Bedingungen der Acetylenentwickelung ferngehalten.

Acetylenanlagen.

Um Acetylen zur Beleuchtung bewohnter Räume dauernd in gröfseren Mengen herzustellen, bedarf man aufser dem Entwickler noch einer Reihe von Nebenapparaten, deren Notwendigkeit und Einrichtung sich wiederum aus den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Calciumcarbides und Acetylens ergiebt.

Man fafst die ganze, zur Acetylenerzeugung im regelmäfsigen stationären Betriebe dienende Einrichtung unter der Bezeichnung „Acetylenanlage“ zusammen. Je nach der Art und dem Umfange der durch die Anlagen mit Licht versehenen Räume unterscheidet man einerseits Hausanlagen, die im wesentlichen nur das Grundstück, auf welchem sich die Anlagen befinden, mit Licht zu versorgen haben, wo also die Apparate nur eine kleinere oder mittelgrofse Gasmenge liefern und der Umfang des Rohrnetzes ein verhältnismäfsig geringer ist, und andererseits Zentralanlagen, die mehrere Grundstücke bezw. ganze Ortschaften zu versorgen haben, deren Rohrnetz sich daher oft bis zu mehreren Kilometern ausdehnt und deren Gasleistung eine entsprechend beträchtliche ist.

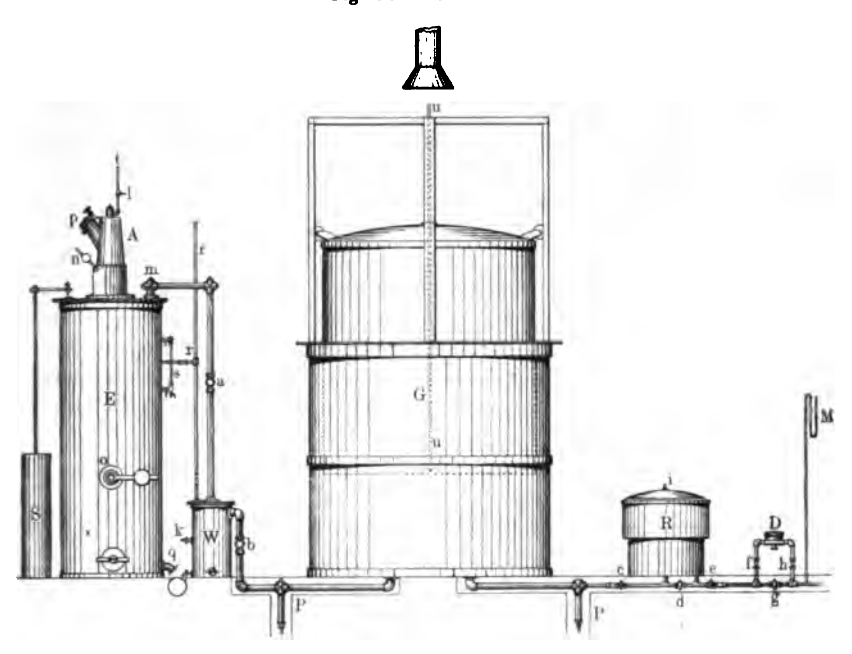
Natürlich ist die Grenze zwischen beiden Arten von Anlagen nicht scharf zu ziehen, da sich grofse Hausanlagen für umfangreiche Gastwirtschaften, Bahnhöfe,. Gutswirtschaften und dergleichen oft in jeder Beziehung den Zentralen nähern und kleine Stadtanlagen manchmal, abgesehen vom Rohrnetz, durchaus den Charakter der Hausanlagen zeigen. Aber im allgemeinen weisen doch die beiden Gruppen in ihrer ganzen Ausführung und Anordnung so bedeutende Unterschiede auf dafs es sich empfiehlt, die hergebrachte Einteilung beizubehalten und in der Darstellung Hausanlagen und Zentralen getrennt zu behandeln. Um mit dem Einfacheren zu beginnen, wollen wir uns hier zunächst mit den Hausanlagen näher beschäftigen und den Zentralen später ein besonderes, eingehendes Kapitel widmen[3]).

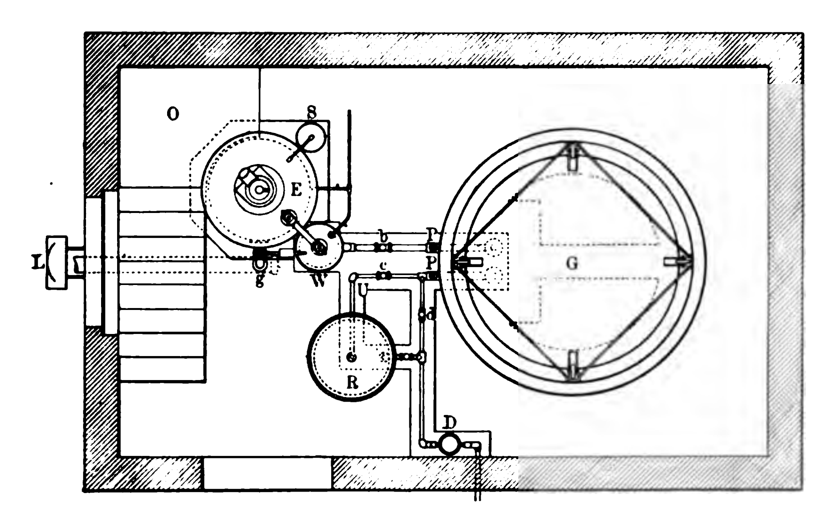
Die Acetylenanlage hat den Zweck, eine hinreichende

---

[1]) Ferner in ähnlicher Weise von Rofsbach-Rousset (D. R.-P. Nr. 89 892 vom 22. September 1895). — [2]) Vergl. S. 74. — [3]) Vergl. weiter unten.

Fig. 105a und 105b.





Acetylenanlage (Handbetrieb), System „Hera-Prometheus“.

E Entwickler, *S* Sicherheitstopf, *W* Wäscher, *G* Gasbehälter, *R* Reiniger, *D* Druckregler, *M* Manometer (Druckmesser), *A* Einwurfschacht, *P* Kondenswasserableiter. (Die Einzelheiten des Entwicklers sind in Fig. 79 im Durchschnitt ersichtlich.)

Menge reinen, kühlen, trockenen Acetylens unter gleichmäſsigem Drucke zu liefern.

Die Erreichung dieses Zieles hängt, wie oben[1]) näher dargelegt ist, sehr wesentlich von der Art der Entwickelung ab. System, Konstruktion und Gröſse des Entwicklers üben auf die Beschaffenheit des erzeugten Gases den gröſsten Einfluſs aus. Ein nach fehlerhaftem System oder in forciertem Betriebe hergestelltes Acetylen wird selbst bei sorgfältigster Nachbehandlung schwer auf die Dauer den Anforderungen entsprechen können. Die Grundbedingung einer guten Acetylenanlage ist also ein nach System und Gröſse zweckmäſsiger Entwickler. Andererseits liefert selbst der beste Entwickler nicht ohne weiteres ein reines und trockenes Gas, und auch der Druck kann, zumal während der Entwickelung selbst, meist nicht gleichförmig erhalten werden. Aus diesem Grunde erfordert das entwickelte Acetylen eine Nachbehandlung in folgenden Nebenapparaten, die sich bei sämtlichen stationären Acetylenanlagen vorfinden:

1. Gasbehälter (Gasometer),
2. Wäscher (Kondensator),
3. Wasserabscheider (Kondenstöpfe),
4. Reiniger,
5. Trockner.

Hierzu kommen, namentlich bei gröſseren Anlagen, noch als wichtige, aber nicht unerläſsliche Teile:

6. Druckmesser (Manometer),
7. Druckregler,
8. Gasmesser (Gasuhr).

Vollständige Acetylenanlagen haben wir bereits in den Abbildungen Fig. 63, 69, 72, 87, 89, 90, 91, 92, 94 und 101 kennen gelernt; die Nebenapparatur ist auf denselben deutlich ersichtlich. Ein weiteres Beispiel bietet die in Fig. 105a veranschaulichte Acetylenanlage mit Handbetriebsentwickler der Hera-Prometheus A.-G. in Berlin. Wie man sieht, ist die Reihenfolge dabei: Entwickler, Wäscher, Gasbehälter, Reiniger, Druckregler und Druckmesser. Die Fig. 105b veranschaulicht die Anlage im Grundriſs.

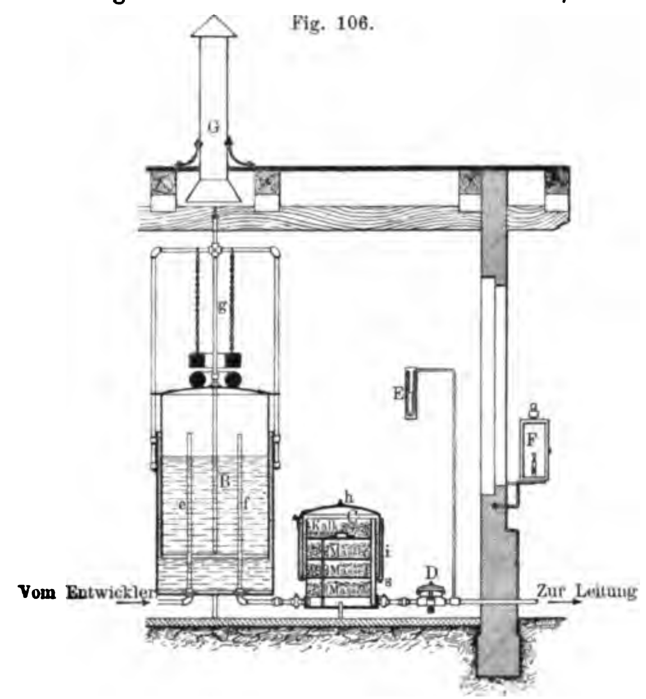
Fig. 106 zeigt den Nebenapparat der automatischen Anlage derselben Firma; der in der Zeichnung fortgelassene Entwickler ist in Fig. 64 schon oben abgebildet.

Diese Reihenfolge ist nicht unbedingt geboten, vielmehr kann man den Reiniger auch, wie es früher allgemein üblich war, vor dem Gasbehälter anordnen. Auch fehlt bei dieser Anlage der sonst als getrenntes Gefäſs (s. unten) ausgebildete Trockner, weil der Reiniger eine obere Watteschicht enthält, welche die Trocknung des Gases bewirken soll. Die Anordnung des Reinigers hinter dem Gasbehälter bietet den

[1]) Vergl. S. 270 bis 274.

Vorteil, daſs die Reinigung infolge langsameren Durchströmens eine gründlichere ist, auch scheidet sich im Gasbehälter bereits ein groſser Teil der Feuchtigkeit und Verunreinigungen ab, so daſs die Reinigungsmasse weniger stark beansprucht wird. Der Grund, weshalb man früher den Reiniger stets vor dem Gasbehälter anbrachte, war der, daſs

Fig. 106.



Automatische Anlage des „Hera-Prometheus".
B Gasbehälter mit Zuführungsrohr *e* und Ableitungsrohr *f*, *C* Reiniger mit Trockner kombiniert, *D* Druckregler, *E* Druckmesser, *F* Auſsenbeleuchtung, *G* Entlüftungsschornstein. Der Reiniger hat Glockendeckel mit Wasserverschluſs.

man glaubte, die Aufspeicherung und Aufbewahrung unreinen Acetylens sei mit besonderen Gefahren verbunden, eine Annahme, die sich durch die Erfahrung nicht bestätigt hat.

Wie aus Fig. 105 ersichtlich, ist der Reiniger und der Druckregler mit Umgangsleitungen angeschlossen, so daſs diese Nebenapparate jederzeit vollständig ausgeschaltet werden können, ohne den Betrieb der Anlage zu unterbrechen. Die Einrichtung der Rohrverbindung zwischen den Apparaten wird in dem Abschnitt „Betriebsrohrleitung" noch ausführlicher behandelt, auf die Einrichtung und Anordnung der Acetylenanlagen im allgemeinen kommen wir noch in den Abschnitten „Ausführung der Apparate" und „Installation" zurück. Hier wenden wir uns zunächst zur Besprechung der einzelnen Nebenapparate in ihren gebräuchlichsten Ausführungsformen.

Gasbehälter.

Einige Ausführungsformen von Gasbehältern für Acetylenanlagen haben wir bereits gelegentlich der Besprechung der automatischen Mechanismen kennen gelernt. Der Gasbehälter vereinigt drei wichtige Funktionen in sich:

1. er soll dem Gase einen gleichmäfsigen Druck verleihen,
2. hinreichenden Vorrat zur Verfügung halten,
3. die nach Abstellung der Verbindung von Wasser und Carbid sich noch nachträglich bildende Gasmenge aufnehmen.

Hierzu kommt bei den selbstthätigen Apparaten noch die vierte Aufgabe, durch seine Bewegung die Energie für die Bethätigung des Automaten bezw. der Zuführungsvorrichtung desselben zu liefern [1]).

Entsprechend dieser vielseitigen Funktion mufs der Gasbehälter in seiner Konstruktion den nachfolgenden Bedingungen genügen:

Bei jedem Füllungsverhältnis, d. h. also bei beweglichem Gasbehälter bei jeder Stellung der Glocke, mufs der Druck annähernd gleich sein; es darf nicht mit veränderter Füllung eine wesentliche Änderung der Belastung eintreten. Aus diesem Grunde mufs bei beweglichen Gasbehältern der hauptsächlich Druck gebende Teil entweder dauernd aufserhalb des Wassers oder dauernd im Wasser liegen, damit nicht durch den Gewichtsverlust beim Eintauchen ins Wasser veränderte Belastungsverhältnisse eintreten. Dasselbe gilt von den automatischen Mechanismen, welche die Glocke nicht in höherem Mafse, jedenfalls aber nicht ungleichmäfsig belasten dürfen. Daher sind solche automatischen Mechanismen, die durch die Glockenbewegung lediglich ausgelöst werden, wie dies meist bei den Zulaufapparaten der Fall ist, oder die durch besondere mechanische Organe entlastet sind (vergl. Apparat Safsmann, Fig. 88), solchen vorzuziehen, bei denen die Glockenbewegung, z. B. durch Besorgung des Transportes der Carbidfüllung, direkt Arbeit zu leisten hat.

Aus dem gleichen Grunde ist es unbedingt erforderlich, dafs die Glocke leicht und ohne allzu hohe Reibung spielt, und dafs durch sorgfältige Behandlung, Anstrich und Sauberkeit ein Verbeulen oder Festrosten vermieden wird, welches die Bewegung hemmen könnte. Ferner mufs der Gasbehälter grofs genug sein, damit er seine Aufgabe, als Vorratsraum zu dienen, erfüllt.

Bei einigen Entwicklerkonstruktionen, wo eine genaue Abmessung des Carbides oder Wassers, welches jedesmal zur Zersetzung gelangt, nicht eintritt, mufs auf reichliche Dimensionen besonders geachtet werden, zumal, wenn, wie dies bei einer Anzahl von Apparaten der Fall ist, nur ein Teil der Glocke als Sammelraum benutzt wird (vergl. Apparat Simplicissimus Fig. 92a und Apparat Safsmann Fig. 88). Bei

[1]) Vergl. S. 275.

Zulauf- und Tauchapparaten mufs auf die Nachentwickelung gebührende Rücksicht genommen sein.

Bei automatischen Apparaten, wo die Konstruktion der Zuführungsvorrichtung auch ein Steigen des Gasbehälters voraussetzt, darf derselbe nicht zu grofs konstruiert sein und mufs eine mehr schmale längliche Form haben, damit selbst bei starkem Gasverbrauch noch ein zur Bethätigung des Mechanismus hinreichendes Steigen der Glocke stattfindet.

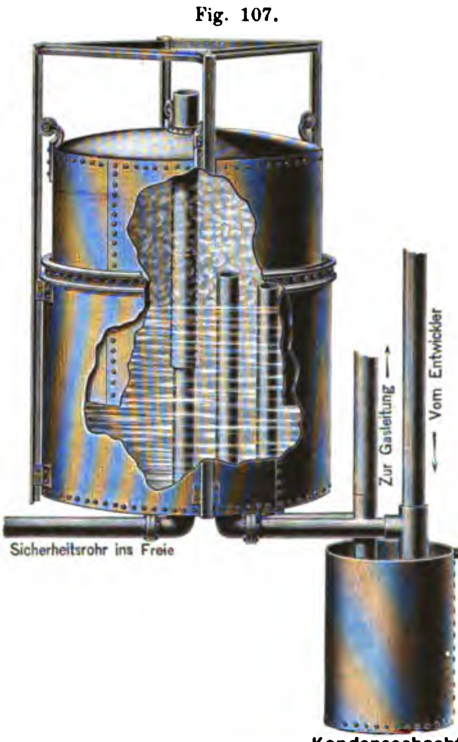
In der äufseren Form kennzeichnet sich der für Acetylen übliche Gasbehälter in der gröfsten Mehrzahl der Fälle als ein oben offenes cylindrisches Gefäfs, in welches eine oben geschlossene, etwas höhere Glocke ohne Reibung hineinpafst. Der Behälter wird mit Wasser gefüllt, und der ringförmige Raum zwischen Glocke und Gefäfs bildet den Wasserverschlufs. Die Glocke ist meist in ihrem Deckel durch Metalleinlage belastet, und zwar derart, dafs das Gas, welches in die Glocke einströmt, den Arbeitsdruck von 80 bis 150 mm je nach der Art der verwendeten Brenner erhält. Das in die Gasbehälterglocke aus dem Entwickler einströmende Gas verdrängt zunächst bis zur Erreichung des der Belastung der Glocke entsprechenden Druckes aus derselben das Wasser, welches sich also in dem ringförmigen Wasserverschlufs um so viel höher einstellt, als der Druck in Wassersäulenhöhe gemessen beträgt. Die Schnittzeichnung durch den Gasbehälter bei der „Hera-Prometheus“-Anlage (Fig. 106) zeigt die Einstellung des Wasserspiegels innerhalb und aufserhalb der Glocke. Sobald das Gas den der Belastung der Glocke entsprechenden Druck erreicht hat, beginnt die Glocke sich zu heben und steigt nun so lange, bis die zuströmende Gasmenge geringer ist als der gleichzeitige Verbrauch. Überwiegt der letztere, so beginnt die Glocke zu sinken.

Die Zuführung des Gases in den Gasbehälter geschieht bei den meisten Konstruktionen von unten durch den Boden des Behälters mittels eines senkrecht oder in Schlangenwindungen im Innern hochsteigenden Rohres, dem ein gerades Rohr zur Fortleitung des Gases aus dem Gasbehälter entspricht. Nur in wenigen älteren Konstruktionen und vor allem bei kleineren billigen Apparaten geschieht die Ableitung oder Zuleitung des Gases vom obersten Punkte der Glocke aus mittels beweglichen Rohres; letzteres Verfahren ist schon darum nicht zu empfehlen, weil das bewegliche Rohr beim Steigen der Glocke sich leicht einklemmt oder umknickt und dadurch das Durchströmen des Gases verhindert.

Die Durchführung des Gaszuleitungsrohres in Schlangenwindungen durch das Gasbehälterwasser hat den Zweck, eine bessere Kühlung des aufsteigenden Gasstromes zu bewirken und die Abscheidung des mitgeführten Wasserdampfes zu befördern. In jedem Falle mufs aber bei Zuführung und Ableitung des Gases durch vom Boden aus aufsteigende Rohre für einen genügenden Sammelraum am tiefsten Punkte zur

Aufnahme des Kondenswassers gesorgt sein [1]). Zuführungs- und Ableitungsrohr in einem weiteren Rohre zu vereinigen, ist darum nicht empfehlenswert, weil bei Fortdauer des Gasverbrauches im Augenblicke der Entwickelung die sich begegnenden Gasströme in dem Rohre sich aneinander reiben und Druckverluste herbeiführen, und weil die Schwankungen des Druckes im Entwickler durch den Gasbehälter, der sich sozusagen in Nebenschaltung befindet, weniger gut ausgeglichen werden.

Fig. 107.



Gasbehälter der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen, Heilbronn.

Das Sicherheitsrohr ist nach unten fortgeführt, beide Gasrohre des Gasbehälters besitzen einen Kondenstopf.

Jeder Gasbehälter mufs mit einer Vorrichtung versehen sein, welche die Ableitung eines etwaigen Gasüberschusses nach vollständiger Füllung der Glocke ermöglicht [2]). Für dieses sogenannte Sicherheitsrohr wird gewöhnlich ein mit der Gasbehälterglocke fest verbundenes, durch den Deckel derselben hindurchgehendes Rohr verwendet, welches etwas kürzer als die Gasbehälterglocke hoch ist und mit seinem unteren offenen Ende in das Absperrwasser eintaucht. Hebt sich die Glocke bis nahe zu dem Punkte, wo sie aus dem Absperrwasser heraustauchen würde, so gelangt das untere Ende des Sicherheitsrohres zunächst aus dem Wasser heraus, und das Gas kann durch das Rohr sich einen Ausweg suchen. Das obere Ende dieses Sicherheitsrohres wird gewöhnlich in einen weiteren Abzugsschacht hineingeführt, in welchem es während der Glockenbewegung spielt.

In Fig. 106 ist die Vorrichtung im Schnitt und in Fig. 105 in Ansicht erläutert; in ersterer Zeichnung ist sie mit *g*, in letzterer mit *n* bezeichnet. Selbstverständlich mufs für eine reibungslose Führung des

---

[1]) Vergl. weiter unten. — [2]) Vergl. die gesetzlichen und sonstigen Sicherheitsvorschriften (Abschnitt V).

Sicherheitsrohres im Abzugskamin Sorge getragen sein. Durch eine einfache Konstruktionsänderung ist es übrigens auch möglich, die Ableitung des Gasüberschusses durch den Boden des Gasbehälters zu bewirken, wie Fig. 107 veranschaulicht.

Gasbehälter mit unveränderlichem Volumen sind nur für Apparate mit hohem Druck geeignet und bedürfen selbstverständlich eines genau wirkenden Druckreglers, um das Gas in den gewöhnlichen Brennern verwendbar zu machen. Auch die sogenannten festen Gasbehälter sind für Acetylen mehrfach vorgeschlagen worden; da bei ihnen der Druck ein veränderlicher ist, bedürfen sie auch einer besonderen Regelung des Druckes vor der Verwendung des Gases.

Ohne Gasbehälter dürfen stationäre Acetylenapparate überhaupt nicht ausgeführt werden, da es ja nicht möglich ist, die Entwickelung genau nach dem Verbrauch zu regulieren; dagegen entbehren Laternen, Lampen und tragbare Apparate, insbesondere für Aufsenbeleuchtung, bei denen es also auf die vollständige Vermeidung von Gasausströmungen nicht ankommt und Gefahren hierdurch nicht so leicht entstehen können, meist des Gasbehälters.

Die Anordnung mehrerer Gasbehälter ist bei verschiedenen Konstruktionen erforderlich oder wünschenswert. Insbesondere bedürfen diejenigen Entwickler, bei welchen der Carbidbehälter sich im Innern der Gasbehälterglocke befindet (Tauchapparate und einzelne Trichterkonstruktionen des Einwurfsystems), bei denen also zur Neubeschickung ein Herausheben oder Öffnen der Gasbehälterglocke erforderlich ist, zur Herbeiführung einer ununterbrochenen Funktion aufser dem Aktionsgasbehälter noch eines besonderen Sammelbehälters. Meist wird der erstere so klein als möglich ausgeführt und hat häufig einen anderen Druck als der Sammelbehälter, wie dies z. B. bei der Beschreibung des Apparates von Ehrich & Grätz, Fig. 72, erwähnt worden ist[1]).

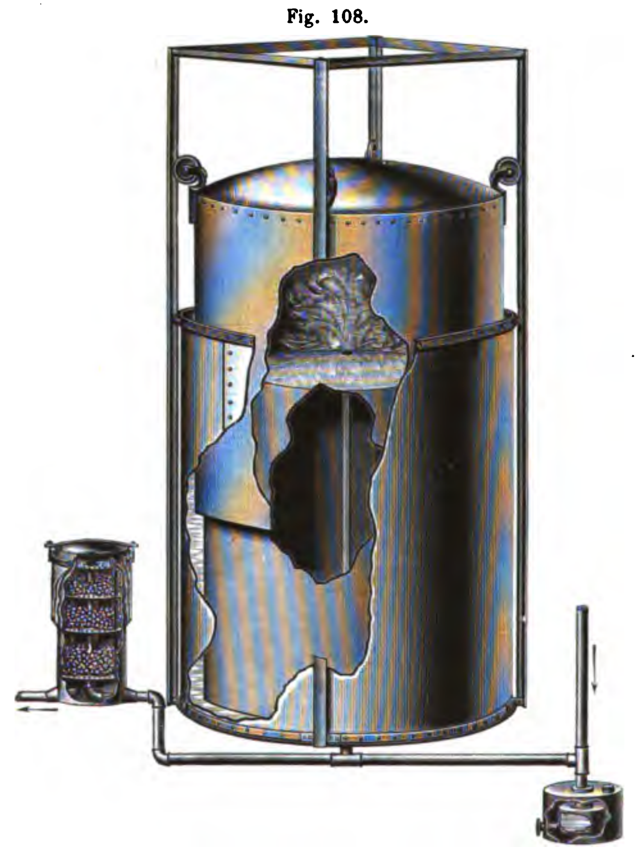
Durch die Anordnung zweier Gasbehälter, deren einer die Arbeit des automatischen Mechanismus besorgt, während der andere, gröfsere, als Sammelraum dient, ist es auch möglich, eine Gasaufspeicherung, unabhängig vom Verbrauch, zu bewirken; der grofse Sammelgasbehälter ersetzt dann sozusagen den Gasverbrauch und bewirkt je nach der Weite des Verbindungsrohres zwischen Aktionsglocke und Sammelglocke (primärem und sekundärem Gasbehälter) einen fortwährenden Betrieb des automatischen Entwicklers. Es ist so möglich, bei Tage Gas auf Vorrat herzustellen. Beim Aufspeicherungssystem von Hans Berger[2]) ist die primäre Glocke stärker belastet und öffnet bei Erreichung ihres höchsten Standes selbstthätig die Verbindung nach dem sekundären Sammler, wodurch alles Gas in letzteren hineingedrückt wird; bei Tiefstand schliefst sie die Verbindung kurz vor der Neuentwickelung.

---

[1]) S. 288. — [2]) D. R.-P. Nr. 108076.

Der ziemlich bedeutende Wasserinhalt des Gefäfses erhöht das Gewicht des Gasbehälters beträchtlich und erfordert für die Herstellung desselben ein stärkeres Material und daher gröfsere Kostenaufwendungen. Da nun zur Durchführung des Wasserverschlusses für die Glocke auch

Fig. 108.



Nebenapparatur der Hausanlage von der Gasindustrie Ulm.

ein blofser Ring von Wasser anstatt des ganzen Cylinders genügt, so wird bei einigen Konstruktionen der Wasserraum durch Einbau eines Hohlkörpers in den Behälter verringert; einen solchen Gasbehälter zeigt die Abbildung Fig. 108.

Eine derartige Konstruktion bietet auch den Vorteil, dafs die geringere Wassermenge im Winter weniger Zusatz von Frostschutzmitteln beansprucht.

Bei einigen Apparaten dient der Gasbehälter mit seinem Wasservorrat zugleich als Wäscher für das Gas, indem dasselbe gezwungen wird, einige Centimeter unter der Wasseroberfläche des Bassins auszuströmen, und somit eine kurze Wassersäule vor der Ansammlung im

Gasbehälter passieren mufs. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Konstruktionen vorgeschlagen; bei einigen wird das Zuführungsrohr nach Erreichung der Wasseroberfläche des Gasbehälters knieförmig nach unten gebogen und unter das Wasser geführt, wo es mit einer brausenförmigen Ausflufsöffnung endet. Bei anderen Ausführungen ist das obere Ende des Zuleitungsrohres innerhalb der Glocke mit einem oben

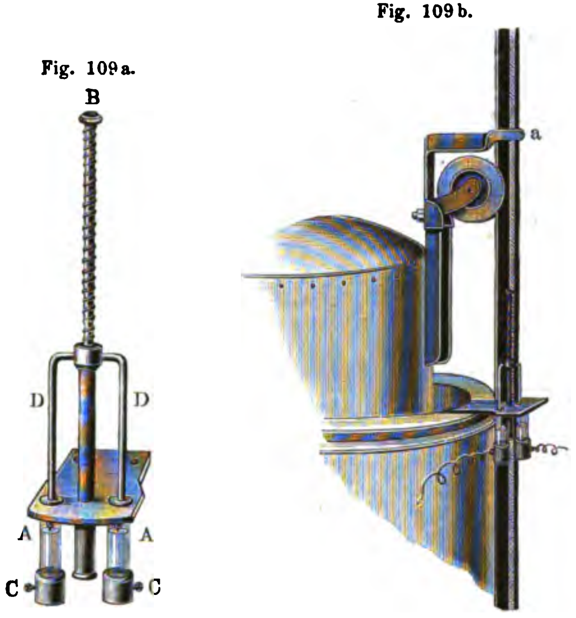


Fig. 109a. Sicherheitskontakt der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen, Heilbronn.

A Gläschen, die zur Hälfte mit Quecksilber und zur Hälfte mit Öl gefüllt sind. *B* Knopf, auf welchen sich die sinkende Glasglocke auflegt. Die beiden Gabelenden *D* tauchen dann in die Gläschen *A* und verbinden so unter dem Ölverschlufs die beiden Elektroden *C* des Stromkreises, wodurch ein eingeschaltetes Läutewerk in Thätigkeit gesetzt wird.

Fig. 109b zeigt die Art der Befestigung dieses Kontaktes am Gasbehälter.

geschlossenen Cylinder bedeckt, der etwas weiter als das Rohr gehalten ist und das Gas zwingt, zwischen Rohr und Mantel unter Wasserverdrängung hindurchzugehen und am unteren Teile dieses Ringes seitlich aufzusteigen.

Die Stellung des Gasbehälters zeigt bei Handapparaten an, wann eine Neubeschickung erforderlich ist; steht die Glocke tief, so ist der Gasvorrat nahezu erschöpft und eine Neufüllung notwendig. Wo es nicht möglich ist, den Gasbehälter beständig im Auge zu behalten, wie bei Hausanlagen, wird eine Fernmeldung seines Standes in einfacher Weise durch Anordnung eines elektrischen Kontaktes bewirkt, welcher den Strom einer Alarmglocke in dem Augenblicke schliefst, wo die

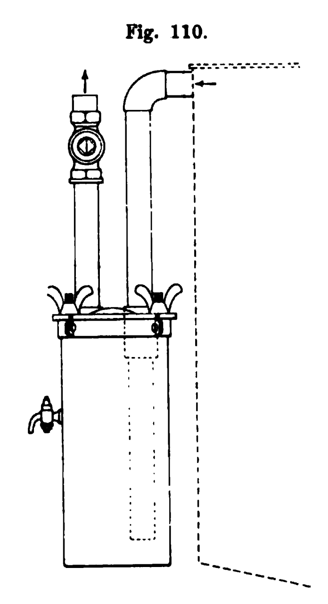
Glocke nahezu ihren tiefsten Stand erreicht hat. Da man nicht ohne Grund vermutet, dafs der Unterbrechungs- und Schliefsungsfunke solcher Kontakte unter Umständen ein im Raume vorhandenes explosives Gas-Luft-Gemisch entzünden könnte, so werden neuerdings zu diesem Zwecke ausschliefslich sogenannte Sicherheitskontakte verwendet, wie Fig. 109 (a. v. S.) einen solchen darstellt.

Die Art der Führung des Gasbehälters ist aus den bisherigen Abbildungen zur Genüge ersichtlich. Häufig wird eine mittlere Führung durch ein zentrales Rohr oder durch Aufhängung an einer über eine zentrale Rolle geführten Schnur gewählt. Sicherer und zuverlässiger sind aber seitliche Führungen durch Rollen an Schienen, weil hierdurch jede Drehung der Glocke vermieden wird. Allerdings ist die Reibung um so gröfser, je mehr Führungsrollen Verwendung finden. Einige nähere bauliche Einzelheiten über die Konstruktion der Gasbehälter werden noch in dem Abschnitte „Ausführung der Apparate“ gegeben.

Wäscher, Kondenstöpfe und Reiniger.

Der Wäscher dient zur Kühlung des Gases und dem entsprechender Abscheidung eines Teiles des mitgeführten Wasserdampfes. Während man sich in der ersten Zeit zu diesem Zwecke hauptsächlich trockener Kondensatoren bediente, in welchen das Gas gezwungen wurde, zwischen versetzt angeordneten Platten einen verschlungenen Weg zu machen, ist man heute durchweg zu dem wirksameren Verfahren der Wasserkühlung übergegangen. Man leitet das Acetylen durch eine Schicht kalten Wassers und bewirkt dadurch gleichzeitig mit der Abkühlung auch eine teilweise Befreiung von mechanischen und chemischen Verunreinigungen.

Fig. 110.

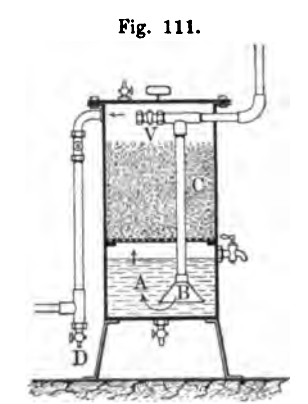


Wäscher für Hausanlagen.

Der Wäscher ist meistens ein einfaches cylindrisches Blechgefäfs, welches mit Wasser gefüllt wird und in welches ein Zuführungsrohr bis unter den Wasserspiegel reicht, das Ableitungsrohr dagegen über dem Wasserspiegel mündet. Wenn kein Druck in dem Gefäfse herrscht, wird sich also das Wasser im Wäscher und im Zuführungsrohr gleich hoch stellen; tritt das Gas nun mit Druck ein, so drückt es das Wasser aus dem Zuführungsrohr heraus in den Wäscher und tritt dann aus dem unteren Ende des Zuführungsrohres seitlich heraus, wobei es die Wasser-

schicht in Blasen durchstreichen mufs. Fig. 110 veranschaulicht eine einfache Ausführung eines solchen Wäschers. Der seitlich angebrachte Hahn dient dazu, den Wasserspiegel auf eine bestimmte Höhe einzustellen, damit der Druck, welchen die Wassersäule im Wäscher dem Gasdurchgange entgegenstellt, der gleiche bleibt. Statt dieses Überlaufhahnes findet sich bei gröfseren Wäschern auch ein Wasserstandsglas oder dergleichen vor. Diese Einrichtung ist bei fast allen Wäschern die gleiche. Häufig wird der Gasaustritt im Innern des Wäschers in einzelne Strahlen zerlegt, indem das untere Ende des Zuleitungsrohres brausenförmig gestaltet wird. Eine solche Einrichtung, die in Fig. 111 abgebildet ist, bewirkt eine bessere Waschung, als wenn das Gas in grofsen Blasen durch das Wasser aufsteigt.

Fig. 111.



Kombinierter Wäscher und Reiniger (Fabrikat der Neuen Westfälischen Acetylenindustrie in Rheine.) Die Abbildung zeigt zugleich die brausenförmige Gestaltung des Wäscherrohres *B* und die Anordnung eines kleinen Ventils *V* im Innern des Reinigungsgefäfses oberhalb des Trockenreinigers *C*. Am tiefsten Punkte des Austrittsrohres aus dem Reiniger ist ein Kondenshahn *D* angebracht.

Ist der Wäscher, wie es gewöhnlich der Fall ist, zwischen Entwickler und Gasbehälter angebracht, so dient er gleichzeitig als Wasserverschlufs des letzteren und erspart die Anbringung eines Hahnes zwischen beiden Teilen der Anlage. Es ist dies um so wichtiger, als ein verschlossener Hahn zwischen Entwickler und Gasbehälter unter Umständen gefährlich werden kann, wenn ersterer nicht mit einem Wasserverschlufs oder Sicherheitsventil versehen ist. Da beim Vorhandensein eines Wäschers das Abzugsrohr des Entwicklers in Wasser taucht, mufs die Bildung eines Vakuums, welches durch Abkühlung und Kondensation des Wasserdampfes leicht entstehen kann, verhindert werden, weil sonst das Wasser des Wäschers in den Entwickler hineingesaugt würde. Um dies zu verhüten, wird an dem Entwickler oder dem Gasaustrittsrohr desselben ein sich bei schwachem Druck nach innen öffnendes Ventil angebracht (vergl. Fig. 111); auch ein kleines Wassermanometer, welches sich beim Eintritt eines luftverdünnten Raumes nach innen entleert und der Luft bis zur Wiederherstellung des atmosphärischen Druckes Zutritt gestattet, thut den gleichen Dienst. Diese Vorrichtungen sind natürlich besonders wichtig, wenn das Wasser des Gasbehälters zugleich als Wasserabschlufs und Wäscher dient, weil sonst eine teilweise Entleerung des Gasbehälters in den Entwickler und bei manchen Systemen durch die Anfüllung des leeren Raumes im Entwickler eine ungewollte Zersetzung des Carbidvorrates herbeigeführt werden kann. Die Anwendung von fliefsendem Wasser (Skrubbern)

zur Waschung des Acetylens ist wegen der grofsen Löslichkeit des Acetylens in Wasser nicht ohne weiteres möglich, dagegen würden Salzwasser oder andere Salzlösungen auch im Berieselungswäscher für Acetylen anwendbar sein. Manche Konstrukteure vereinigen Wäscher und Reiniger in einem Apparate, wie Fig. 111 in einer Ausführungsform darstellt.

Die Wasserabscheidevorrichtungen (Kondenstöpfe) müssen an jeder tiefsten Stelle der Leitung, insbesondere aber unter senkrecht stehenden Rohren angebracht sein, damit sich nicht in U-förmigen Apparate- oder Rohrteilen Wasseransammlungen bilden, die unter Umständen den Durchgang des Gases vollständig versperren können. Wir haben solche Wassersammelvorrichtungen bereits erwähnt. Wie alle Nebenapparate sind auch diese beim Acetylen von einfachster Kon-

Fig. 112.



Irdene Gefäfse in Metallumhüllung für saure (Frankolin-) Reinigungsmasse.

struktion. Es genügen gewöhnliche Ablafshähne, welche von Zeit zu Zeit geöffnet werden müssen; solche sind veranschaulicht in Fig. 111. Manchmal werden die Kondenstöpfe als cylinderförmige Behälter ausgeführt, wie in den Abbildungen 107 und 108 ersichtlich. Die kleine seitliche Verschlufsschraube in Fig. 108 dient zum Entleeren. Bei sehr tief liegenden Kondenstöpfen für gröfsere Anlagen ist es nötig, besondere kleine Pumpen zum Entleeren anzuordnen. Am Fufse des Gasbehälters, wo Kondenstöpfe unbedingt erforderlich sind, werden dieselben häufig durch die Anordnung doppelter Böden ersetzt, zwischen denen die beiden Gasrohre offen ausmünden und das Kondenswasser sich sammelt.

Der Reiniger[1]) richtet sich in seiner Ausführung nach der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der zur Anwendung kommenden Reinigungsmasse. So erfordert das „Frankolin", welches stark sauer ist und Metalle angreift, irdene Gefäfse, während die sonst

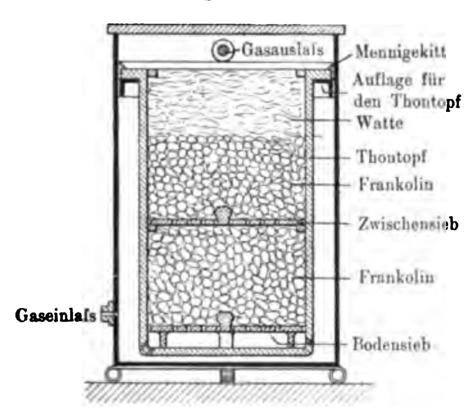
[1]) Vergl. auch den Abschnitt „Reinigung des Acetylens", S. 249 flgde.

noch gebräuchlichen Reinigungsmassen „Heratol“, „Acagin“ und „Puratylen“ Metallbehälter gestatten. Irdene Gefäfse werden, wie in Fig. 112 abgebildet, meist in einer Metallumhüllung dicht eingeschlossen; in welcher Weise die Abdichtung und Einfügung des irdenen Gefäfses in die Metallhülle geschieht, zeigt Fig. 113. Für solche Reinigungsmassen, die in Metallgefäfsen untergebracht sein können, stellen die Figuren 114 und 115 geeignete und gebräuchliche einfache Formen dar.

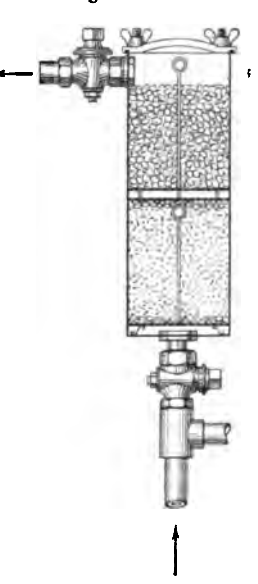
Der Reiniger mufs eine solche Konstruktion haben, dafs der Gasstrom in möglichst häufige Berührung mit der Masse kommt, jedoch



Fig. 113. Fig. 114.



Irdenes Gefäfs mit saurer (Frankolin-) Reinigungsmasse in Metallhülle.



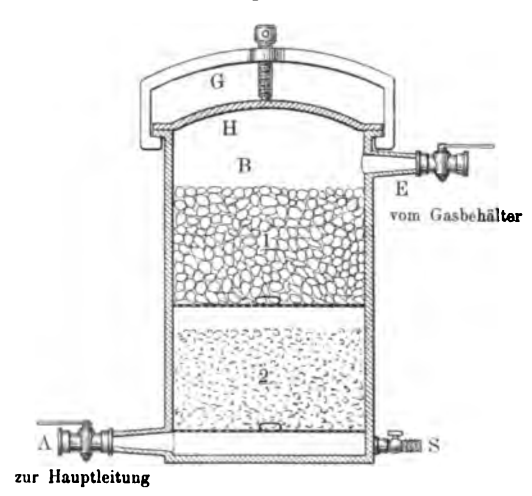
Reinigungsmasse im Metallgefäfs.

ohne dafs die Masse dem Durchgang zu grofse Hindernisse bereitet, d. h. Druckverluste entstehen. Die erste dieser Bedingungen macht es notwendig, dafs die Masse sich überall dem Gasstrom entgegenstellt und derselbe also nicht neben der Masse vorübergehen kann, die zweite Bedingung beansprucht verhältnismäfsig niedrige Schichten von Reinigungsmasse und eine Beschaffenheit derselben, die den Durchgang nicht zu sehr erschwert. Hordenreiniger von der dargestellten Form genügen den aufgestellten Bedingungen vollkommen. Bei allen trockenen Reinigungsmassen ist das öftere Wechseln der Gasstromrichtung zu empfehlen, um die oberen und unteren Schichten gleichmäfsig zu beanspruchen und zu verbrauchen. Der Reiniger mufs also, wie dies bei den sämtlichen hier dargestellten Konstruktionen auch der Fall ist, sowohl von oben wie von unten an die Leitung anzuschliefsen sein. Da die Reinigungsmasse von Zeit zu Zeit kontrolliert und erneuert werden mufs, ist die Anordnung von Umgangsleitungen unerläfslich, damit der Reiniger in jedem Augenblick ausgeschaltet und geöffnet werden kann. Bei

größeren Anlagen sind oft mehrere Reiniger in Anwendung, die in beliebiger Richtung miteinander verbunden und eingeschaltet werden können, oder man wendet statt eines großen Reinigers eine ganze



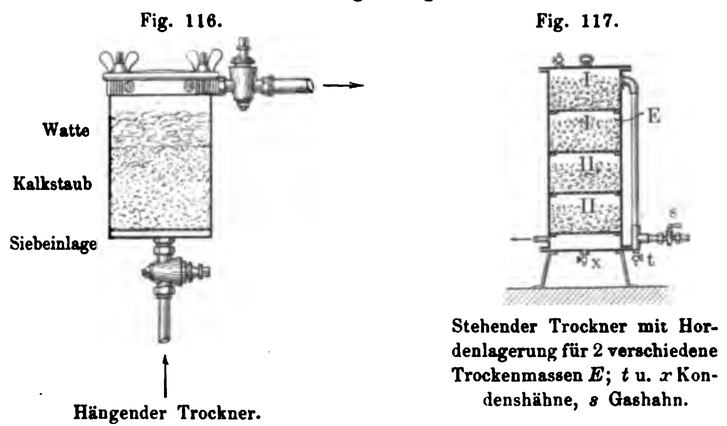
Fig. 115.



Reiniger der Gesellschaft für Heiz- und Beleuchtungswesen, Heilbronn. *G* Bügelverschluß des Deckels *H*, *E* Gaseintritt, *A* Gasaustritt, *S* Kondenshahn.

Batterie untereinander nach den verschiedensten Richtungen hin verbundener kleiner Reiniger an und selbst bei Hausanlagen von mittlerer Größe wird neuerdings häufig nicht nur hinter dem Gasbehälter, sondern auch vor demselben ein Reiniger angeordnet.

Fig. 116. Fig. 117.



Hängender Trockner.

Stehender Trockner mit Hordenlagerung für 2 verschiedene Trockenmassen *E*; *t* u. *x* Kondenshähne, *s* Gashahn.

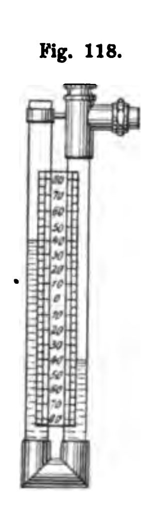
Über den **Trockner** ist nur wenig zu sagen; seine Anwendung ist nicht unerläßlich, sondern eine trockene Reinigungsmasse im Verein mit einem guten Kondensator bewirkt bereits eine Trocknung des

Gases in ausreichendem Maße, wenn das System der Entwickelung ein nicht allzu nasses Gas liefert. Auch der Trockner ist in den meisten Fällen ein Metallcylinder, der mit einer stark hygroskopischen Masse, wie gelöschtem Kalk, Bimmsand, Calciumcarbid, Sägespänen, Watte oder dergleichen gefüllt ist. Fig. 116 und 117 stellen Trockner kleiner Hausanlagen dar. Auch beim Trockner ist es notwendig, Umgangsleitungen einzuschalten, damit jederzeit die Füllung erneuert werden kann.

Druckmesser, Druckregler und Gasmesser.

Von der zweiten Gruppe von Nebenapparaten ist der Druckmesser (Manometer) der für Hausanlagen noch am häufigsten angewendete Teil. Er stellt ein sehr einfaches Mittel dar, um jederzeit den ordnungsmäßigen Betrieb des Apparates überwachen zu können, und sollte deshalb bei keiner Acetylenanlage fehlen; durch die bayerische Verordnung ist die Anwendung von Manometern zwischen Gasbehälter und Rohrleitung vorgeschrieben (§. 14 der Verordnung[1]). Das Manometer für Acetylen besteht aus einem an der einen Seite offenen, an der anderen Seite mit der Leitung zu verbindenden U-Rohre von etwa 150 mm Länge, welche zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist; eine Millimeterskala ist auf der Röhre verschiebbar angeordnet, so dafs

Fig. 118.



Glasmanometer.

Fig. 119.



Sicherheits-Druckmesser von Keller & Knappich, Augsburg-Oberhausen.

[1]) Vergl. Abschnitt V.

man den Unterschied des Wasserstandes im offenen und geschlossenen Schenkel ablesen kann. Eine einfache Ausführungsform zeigt Fig. 118, ein sogenanntes Sicherheitsmanometer, Fabrikat von Keller & Knappich, Augsburg-Oberhausen, die Fig. 119. Dieses Manometer wird mit seinem unteren Anschlufshahn *W* an ein Wasserreservoir, z. B. dasjenige des Gasbehälters, angeschlossen, so dafs es immer mit Wasser gefüllt und ein unfreiwilliges Entweichen von Gas ausgeschlossen ist, was bei den gewöhnlichen Manometern bei mangelhafter Überwachung vorkommen kann, indem das Absperrwasser durch Verdunstung oder plötzliche Drucksteigerungen entfernt wird.

Die beiden anderen Teile, der Druckregler und der Gasmesser (Gasuhr), kommen für Hausanlagen weniger in Betracht und sollen daher hier nur kurz erwähnt werden.

Manche Konstruktionen, welche eine ungleiche Belastung des Gasbehälters vorsehen, bedürfen stets des Druckreglers; so zeigt die in Fig. 106 abgebildete Hausanlage der „Hera-Prometheus“ als letzten Nebenapparat vor der Gasleitung einen kleinen Regler, der das gleichmäfsige Brennen der Flammen ermöglicht.

Die Gasuhr kann sowohl in der vom Leuchtgas her wohlbekannten nassen, wie in der trockenen Konstruktion für Acetylen Anwendung finden, mufs aber besonders genau arbeiten, weil die gemessenen Gasmengen bei Acetylen wesentlich geringere sind und Fehler bei dem hohen Preise des Acetylens schwerer ins Gewicht fallen. Bei gröfseren Hausanlagen macht sich die Anschaffung einer Gasuhr in der Regel durch die genauere Kontrolle des Verbrauches bezahlt und ist daher sehr zu empfehlen.

Einige weitere nützliche Zubehörteile und Hilfsmittel für Acetylenanlagen werden noch in den folgenden Kapiteln über Ausführung, Installation und Bedienung der Anlagen besprochen werden, nachdem zunächst noch die Rohrleitung, welche die einzelnen Teile der Acetylenanlage untereinander verbindet, die sogenannte Betriebsrohrleitung, näher beschrieben ist.

Betriebsrohrleitung.

Ein sehr wichtiger Teil der Anlage, sowohl hinsichtlich des finanziellen Wertes, als auch wegen seiner Bedeutung für die Funktion ist die Rohrleitung.

Man unterscheidet bei jeder Anlage drei verschiedene Teile des Rohrnetzes:

1. die Verbindungsröhren der Apparate der Anlage unter sich (Betriebsrohrleitung);
2. die Leitung vom Gasbehälter bis zu den beleuchteten Gebäuden (Hauptleitung oder Erdleitung genannt) und
3. die Leitung in den Häusern selbst (Hausleitung) und die Zuleitung von der Erdleitung zur Hausleitung.

Bei kleineren Hausanlagen tritt die zweite Gruppe meistens stark in den Hintergrund, weil sich an die Betriebsrohrleitung gewöhnlich fast unmittelbar die Hausleitung anschliefst; bei den meisten Zentralen dagegen bildet die Hauptleitung einen sehr wesentlichen Teil der Anlage und weist oft Ausdehnungen bis zu mehreren Kilometern auf.

Die Theorie und Praxis der Anlage von Rohrleitungen hat durch die Erfahrungen, welche man beim Steinkohlengase im Laufe der Jahre gesammelt hat, eine weitgehende Ausbildung erfahren, und wie bei diesem, sind auch für das Acetylen bereits Tabellen und Formeln aufgestellt worden, welche für jede gewünschte Leistung die richtigen Dimensionen der Rohre abzuleiten gestatten. Wir werden diese Grundlagen für die Berechnung des Rohrnetzes noch in einem besonderen Kapitel, welches den Rohrleitungen gewidmet ist, näher behandeln und wollen uns hier darauf beschränken, nur kurz einige Angaben über die zu der Anlage selbst gehörenden Rohrteile, die Betriebsrohrleitung, zu machen.

Diese Betriebsrohre, welche die Nebenapparate unter sich und mit dem Entwickler verbinden, müssen vor allem zwei Bedingungen erfüllen:

Sie müssen

1. überall die dem Gasdurchgange entsprechende Weite besitzen,
2. vollkommen dicht sein, um die mit dem Gasverlust verbundenen Kosten und Unzuträglichkeiten zu vermeiden.

Material. Diese Rohre werden meistens aus Schmiedeeisen (Schweifseisen) hergestellt; die Verbindung der Rohrstücke untereinander erfolgt durch aufgeschraubte Muffen oder besser durch verschraubte Langgewinde, was besonders bei solchen Apparateteilen, die von Zeit zu Zeit eine Umschaltung behufs Neubeschickung gestatten müssen, unerläfslich ist. Gummischläuche dürfen zur Gasleitung wegen der Durchlässigkeit und leichten Verletzbarkeit des Gummis nicht dauernd angewendet werden, dagegen sind sie für die Wasserleitung und zur vorübergehenden Ableitung des Acetylens wohl verwendbar.

Auch als Nebenleitung zu den Manometern kann man Gummischläuche verwenden, besser sind aber auch hier Metallröhren. Messing kommt als Material im wesentlichen für die Hähne, Armaturen und Verschraubungen in Betracht. Als Dichtungsmittel wird für die Rohrverbindungen wie beim Steinkohlengas Bleiweifs oder Mennige verwendet, welches man zweckmäfsig mit Ricinusöl verreibt; auch Flachs- oder Hanffäden können zur besseren Dichtung auf die Gewinde gelegt werden.

Dimensionen. Zur Berechnung der richtigen Weite der Betriebsrohrleitung geht man am besten von der Geschwindigkeit aus, die man dem Gasstrom in der Rohrleitung verleihen will. Dieselbe darf in den Reinigern, Wäschern und Trocknern einen Meter per Sekunde

nicht bedeutend überschreiten und berechnet sich aus dem Verhältnis der in der Sekunde passierenden Gasmenge zum Querschnitt:

$$\text{I.} \quad v = Q:q.$$

Dabei bedeutet v die Geschwindigkeit in Metern, Q die Anzahl Kubikmeter, welche in einer Sekunde durch das Rohr hindurchströmen, und q den Querschnitt des Rohres in Quadratmetern. Setzt man $v =$ 1 Metersekunde, so lautet die Gleichung:

$$\text{II.} \quad Q = q,$$

d. h. die in der Sekunde passierende Gasmenge in Kubikmetern ist gleich dem Querschnitt des Rohres in Quadratmetern.

Werden z. B. in einer Sekunde durch das Verbindungsrohr des Entwicklers mit dem Gasometer 10 Liter hindurchgesandt, so ist $Q = 0{,}01$ und der Querschnitt gleich 0,01 qm = 100 qcm, was einem Durchmesser des Rohres von 113 mm entspräche, wenn die Geschwindigkeit des Gasstromes einen Meter in der Sekunde nicht überschreiten soll. Nach Litern und Quadratmillimetern umgerechnet lautet die Formel:

$$q_1 = \frac{\pi d^2}{4} = 1000 \,.\, Q_1,$$

wobei q_1 den Querschnitt des Rohres in Quadratmillimetern, d den Durchmesser in Millimetern, Q_1 die in der Sekunde passierende Gasmenge in Litern bedeutet.

Gehen z. B. stündlich 360 Liter durch ein Rohr mit der Geschwindigkeit von einer Metersekunde, so ist $Q = 0{,}1$, also der Querschnitt gleich 100 qmm und der Durchmesser etwa 12 mm. Natürlich mufs bei dieser Berechnung stets die höchste in einer Sekunde passierende Gasmenge berücksichtigt werden. Handelt es sich also um das Ableitungsrohr des Entwicklers, in welchem z. B. ein Kilo Carbid auf einmal durch Einwurf vergast wird, so mufs man die Rohrweite nach der zur Zeit der Entwickelung hindurchgehenden Gasmenge bemessen, demnach bei unserem Beispiel die Gesamtmenge von 280 Litern durch die Anzahl von Sekunden, welche zur ungefähren Ausentwickelung erforderlich sind, teilen, um die sekundlich passierende Höchstmenge Gas zu ermitteln. Ferner ist zu bemerken, dafs diese einfache Berechnungsart nur dort Anwendung finden kann, wo die Länge des Rohres eine sehr geringe ist und daher der durch die Reibung des Gases an den Wänden der Leitung entstehende Druckverlust vernachlässigt werden kann. Ist dies nicht der Fall, so besteht ein Unterschied zwischen der eintretenden und austretenden Gasmenge bezw. den Geschwindigkeiten des Gasstromes, und man mufs dann besondere, kompliziertere Formeln anwenden, um die Weite der Rohre für jede gewünschte Gasleistung zu erhalten.

Für die Schlammableitungsrohre müssen besonders weite schmiedeeiserne Leitungen vorgesehen werden, um Verstopfungen zu vermeiden.

Auch darf das Gefälle derselben kein zu geringes sein. Die Wasserzuführungsrohre dagegen dürfen einen verhältnismäfsig geringeren Querschnitt haben und können unter Umständen auch aus Bleirohr hergestellt sein, ein Material, was für die Fortleitung von Gas absolut verworfen werden mufs.

Über die Ausführung der Betriebsrohrleitung sei noch bemerkt, dafs sie in allen Teilen jederzeit zugänglich sein mufs, um Reparaturen, Reinigung und dergleichen leicht zu ermöglichen. Neben den Verbindungsrohren der einzelnen Nebenapparate miteinander müssen direkte Leitungen unter Umgehung des Reinigers, Trockners, Druckreglers u. s. w., sogenannte „Umgänge“, angeordnet werden, damit die Nebenapparate ohne Unterbrechung des Betriebes jederzeit ausgeschaltet werden können. An allen tiefsten Punkten der Betriebsleitung müssen Behälter oder mindestens Auslässe für das angesammelte Kondenswasser vorgesehen sein; sogenannte Sicherheitstöpfe, mit Wasser zum Teil gefüllte Behälter, in welche die Rohrleitung mit nach abwärts gerichteten freien Enden mündet, dienen diesem Zwecke besonders gut. Solche Sicherheitsauslässe zeigen die in den Figuren 92b, 94, 105, 107, 108, 111, 115 und 117 dargestellten Apparate und Anlagen. Die üblichen Dimensionen schmiedeeiserner Rohre und der Gewinde sind in folgenden Tabellen zusammengestellt:

Tabelle 1.

Dimensionen und Gewicht schmiedeeiserner Rohre.

Lichter Durchmesser		Äufserer Durchmesser in mm	Gewicht pro laufend. Meter in kg
Zoll engl.	mm		
1/8	3,18	10	0,70
1/4	6,35	13,5	0,60
3/8	9,53	16,5	0,82
1/2	12,70	20,5	1,18
3/4	19,05	26,5	1,75
1	25,40	33,5	2,45
1 1/4	31,75	41,5	3,6
1 1/2	38,10	48	4,5
1 3/4	44,50	51,5	5,3
2	50,80	59	6,0
2 1/4	57,15	69	7,1
2 1/2	63,50	76	8,2
2 3/4	69,85	82	9,0
3	76,20	88,5	10,1
3 1/2	88,90	102	11,5
4	101,60	114	13,5

Tabelle 2.

Gasrohrgewinde.

Lichter Rohrdurchmesser		Äufserer Gewindedurchmesser		Gewindetiefe		Anzahl der Gänge auf 1 Zoll engl.
Zoll engl.	mm	Zoll engl.	mm	Zoll engl.	mm	
$^{1}/_{8}$	3,18	$^{13}/_{32}$	10,32	0,023	0,58	19
$^{1}/_{4}$	6,35	$^{17}/_{32}$	13,49	0,034	0,86	19
$^{3}/_{8}$	9,53	$^{5}/_{8}$	15,88	0,034	0,86	19
$^{1}/_{2}$	12,70	$^{13}/_{16}$	20,64	0,046	1,17	14
$^{5}/_{8}$	15,88	$^{29}/_{32}$	23,02	0,046	1,17	14
$^{3}/_{4}$	19,05	$1^{1}/_{32}$	26,19	0,046	1,17	14
$^{7}/_{8}$	22,23	$1^{3}/_{16}$	30,10	0,058	1,47	11
1	25,40	$1^{5}/_{16}$	33,34	0,058	1,47	11
$1^{1}/_{4}$	31,75	$1^{5}/_{8}$	41,27	0,058	1,47	11
$1^{1}/_{2}$	38,10	$1^{7}/_{8}$	47,62	0,058	1,47	11
$1^{3}/_{4}$	44,50	$2^{1}/_{8}$	53,97	0,058	1,47	11
2	50,80	$2^{3}/_{8}$	60,33	0,058	1,47	11
$2^{1}/_{4}$	57,15	$2^{5}/_{8}$	66,67	0,058	1,47	11
$2^{1}/_{2}$	63,50	3	76,20	0,058	1,47	11
$2^{3}/_{4}$	69,85	$3^{1}/_{8}$	79,37	0,058	1,47	11
3	76,20	$3^{1}/_{2}$	88,90	0,058	1,47	11
$3^{1}/_{2}$	88,90	$3^{15}/_{16}$	100,01	0,058	1,47	11
4	101,60	$4^{7}/_{16}$	112,71	0,058	1,47	11

Tabelle 3.

Gasrohrgewinde nach Whitworth.

Rohrdurchmesser in Zoll engl.		Gänge auf 1 Zoll engl.	Rohrdurchmesser in Zoll engl.		Gänge auf 1 Zoll engl.
im Lichten	aufsen		im Lichten	aufsen	
$^{1}/_{4}$	0,520	19	$1^{3}/_{4}$	2,047	11
$^{3}/_{8}$	0,665	19	2	2,347	11
$^{1}/_{2}$	0,822	14	$2^{1}/_{4}$	2,587	11
$^{3}/_{4}$	1,034	14	$2^{1}/_{2}$	3,001	11
1	1,302	11	$2^{3}/_{4}$	3,247	11
$1^{1}/_{4}$	1,650	11	3	3,485	11
$1^{1}/_{2}$	1,882	11	4	4,339	11

Ausführung der Apparate.

Neben dem System der Acetylenapparate bildet die Konstruktion und Ausführung einen der wichtigsten Faktoren, weil hierdurch nicht nur die Haltbarkeit der Anlage, sondern auch die gute und gefahrlose

Funktion wesentlich mit bedingt wird. Wohl nirgends zeigt sich der Grundsatz „Billig und schlecht“ so deutlich in seiner Verwerflichkeit wie gerade bei Gasapparaten, von deren Zuverlässigkeit nicht nur ein mehr oder minder grofser Grad von Bequemlichkeiten, sondern auch Leben und Sicherheit von Menschen abhängt.

Der mangelhaften konstruktiven Ausführung hatte die Acetylenindustrie einen grofsen Teil des Mifstrauens zu verdanken, welchem sie namentlich in der ersten Zeit ihres Bestehens vielfach begegnete, und so war es leicht verständlich, dafs sich gerade nach dieser Richtung hin die Reformbestrebungen aus der Mitte der Industrie selbst bethätigten. Sie gipfelten in den auf der Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins vom August 1901 angenommenen Normen für stationäre Acetylenapparate, denen wir hier zunächst in ihrem Wortlaute Raum geben wollen:

Normen für stationäre Acetylenapparate.

1. Sämtliche zur Entwickelung, Reinigung und Aufspeicherung des Acetylens dienenden Apparate dürfen nur aus Eisenblech oder Gufseisen angefertigt sein.

2. Für die Gröfse der Entwickler gilt als Norm die Anzahl der damit bei regelrechtem Betriebe zu speisenden Flammen von je 10 Liter Konsum in der Stunde.

3. Bei Herstellung aus reinem oder verzinktem oder verbleitem Eisenblech hat die Wandstärke der Entwickler, Wäscher, Reiniger und Trockner mindestens zu betragen:

bis zu 5	Flammen	0,75 mm
bei 5 bis 30	„	1,00 „
bei 30 bis 100	„	1,25 „
bei 100 bis 250	„	1,50 „
über 250	„	2,00 „

aber unter allen Umständen so viel, dafs eine Formveränderung ausgeschlossen erscheint, sofern nicht durch die Konstruktion eine Sicherung in anderer Weise geboten ist. Reiniger, Wäscher und Trockner müssen für alle Fälle eine Wandstärke von mindestens 1 mm haben.

4. Böden, Deckel und Mannlöcher müssen, soweit sie nicht aus Gufseisen hergestellt sind, mindestens die $1\frac{1}{2}$ fache Stärke der oben angegebenen Minimalstärke haben. Natürlich mufs auch hier in konstruktiver Hinsicht die Formsicherheit gewahrt werden.

5. Für Gufseisen gelten die Normalien der Deutschen Gas- und Wasserfachmänner.

6. Entwickler, Reinigungsapparate und Gasbehälter müssen entweder genietet oder doppelt gefalzt und gelötet sein.

7. Apparate, welche keinen kreisrunden Querschnitt haben, sind konstruktiv so zu sichern, dafs eine Formveränderung ausgeschlossen ist.

8. Alle Rohrverbindungen oder Wassertöpfe sind aus Gufs- oder Schmiedeeisen herzustellen. Bei Verschraubungen, Hähnen und Ventilen ist die Verwendung von Messing oder Bronze gestattet.

9. Die besonders aufgestellten Gasbehälter müssen mindestens folgende Blechstärken haben:

a) äufsere Behälter:

bis 0,3 cbm Inhalt	. . . .	1 mm
0,3 bis 1 „ „	. . . .	1,5 „
1 bis 5 „ „	. . . .	2 „
über 5 „ „	. . . .	2,5 „

b) innere Glocke:

bis 0,3 cbm Inhalt	. . . .	0,75 mm
0,3 bis 5 „ „	. . . .	1 „
über 5 „ „	. . . .	1.5 „

Die Deckel und Böden müssen je 0,5 mm stärker sein.

10. Bei solchen Gasbehältern, welche einen Teil des Entwicklers bilden, gelten die für letztere aufgestellten Vorschriften.

11. Bei Apparaten mit mehr als fünf Flammen, in welchen die jeweilig eingeführte Carbidmenge nicht auf einmal zur Vergasung gebracht wird, müssen Wasserzuführung und Carbidfüllung von aufsen ohne Unterbrechung des Betriebes zugänglich sein. Der nutzbare Gasbehälterraum mufs so grofs sein, dafs er für jede vorgesehene Normalflamme zu 10 Liter Stundenverbrauch mindestens 7,5 Liter beträgt.

Die Vorrichtung, welche das Abströmen desjenigen Gases ermöglichen soll, welches der Gasbehälter nicht mehr aufnehmen kann, mufs so weit dimensioniert sein, dafs sie dem Gaszuführungsrohr an Querschnitt mindestens gleichkommt.

12. Es müssen unter allen Umständen Vorkehrungen getroffen werden, die ein Einfrieren der Apparate unmöglich machen.

13. Die mit dem Verbande der Deutschen Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften vereinbarten Sicherheitsvorschriften sind aufserdem innezuhalten.

14. Die Abmessung der Nebenapparate (Wäscher, Reiniger, Wassertöpfe), sowie die Rohrleitungen und Hähne sollen im richtigen Verhältnis zu der angenommenen Leistung der Apparate stehen.

15. Die Materialien der Reiniger und Wäscher müssen widerstandsfähig gegen die anzuwendende Reinigungsmasse sein.

16. An jedem Entwickelungsapparate mufs ein Schild befestigt sein, welches den Namen der Apparate-Bauanstalt, das Jahr der Aufstellung und die Maximalzahl der Normalflammen zu 10 Liter enthält. Ebenso mufs der Gasbehälter ein Schild tragen, welches den Namen der Apparate-Bauanstalt, das Jahr der Aufstellung und den nutzbaren Inhalt des Gasbehälters angiebt.

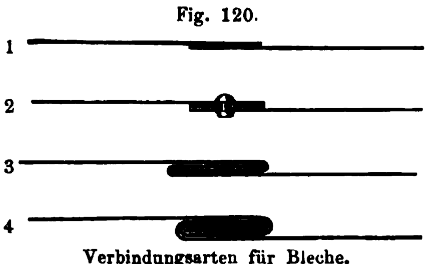
17. Der Lieferant des Apparates ist verpflichtet, dem Käufer genaue Betriebsvorschriften nebst Zeichnung und Beschreibung des Apparates zu übergeben. Beschreibung und Zeichnung sind im Apparatraum aufzuhängen.

Nach diesen Normen und den in der Praxis des Apparatbaues gesammelten Erfahrungen ergeben sich folgende Grundlagen für die Konstruktion und Ausführung der Acetylenapparate:

Als Material der Apparate hat sich am besten verbleites Eisenblech für kleinere Anlagen bewährt, während Zentralanlagen oft Gufseisen verwenden. Daneben werden auch reines Eisenblech, Zinkblech und verzinktes Eisen empfohlen. Die Verbindung der Fugen erfolgt durch Nietung mit Zeug- oder Pappeinlage, oder durch Falzung und Lötung. Der einfachen Falzung ist die doppelte vorzuziehen; Skizzen dieser verschiedenen Verbindungsarten zeigt Fig. 120. Über die Art der Verbindung der Bleche hat sich ein lebhafter Streit entsponnen;

die Normen des Deutschen Acetylenvereins stellen einen wohlbegründeten Kompromifs dar, während die bayerischen behördlichen Vorschriften, welche die Anwendung von Weichlot überhaupt ausschliefsen, in dieser Beziehung nur insoweit gerechtfertigt sind, als die blofse Verbindung durch Weichlot ohne gleichzeitige Falzung allerdings unzulässig erscheint; dagegen liegt gegen die Benutzung der Lötung neben einfacher oder besser doppelter Falzung keinerlei begründeter Einwand vor, insbesondere besteht kein Anhaltspunkt dafür, dafs etwa Blei oder Zinn, die Bestandteile des Weichlotes, explosive oder sonstige chemische Verbindungen mit Acetylen bilden.

Fig. 120.



Verbindungsarten für Bleche.
1. Löthung. 2. Nietung. 3. Einfache Falzung. 4. Doppelte Falzung.

Die in den Normen für die Stärke der Bleche bei den verschiedenen Apparatteilen gegebenen Vorschriften bilden eine solide, einwandsfreie Grundlage für die Herstellung der Apparate und gelten schon heute für die besseren Fabriken als mafsgebend. Die Standfestigkeit und Unveränderlichkeit der Formen bildet mit Recht den Hauptgesichtspunkt in den Normen. Namentlich wichtig sind nach dieser Richtung die Vorschriften für die Apparatteile, welche besonderem Drucke und starker Belastung ausgesetzt sind, so für den Behälter des Gasometers, der durch seinen grofsen Wasserinhalt stark beansprucht wird. Hier sind die für die Verstärkung und konstruktive Sicherung gegebenen Winke wohl zu beachten. Wo Rohre frei aufsteigen, wie z. B. meist im Innern des Gasometers, mufs für konstruktive Versteifung gesorgt sein, wie durch Verbindung mehrerer Rohre miteinander, durch Anordnung schräger Stützen in dem durch Bandeisenauflage verstärkten Boden oder dergleichen. Es empfiehlt sich, auch Apparatteile mit flachen Böden auf Füfse zu stellen, damit sie eine Reinhaltung auch der unteren Teile gestatten. In diesem Falle mufs aber unter allen Umständen für hinreichende Verstärkung der tragenden Teile gesorgt werden.

Allgemeine Angaben über die Gröfse der Apparate und Apparatteile zu geben, ist darum unmöglich, weil jedes System bestimmte Anforderungen an die Gröfse der Entwickler, Gasbehälter und sonstigen Nebenapparate stellt. Für die Gröfse der Entwickler schreibt bei stationären Apparaten die Standfestigkeit gewisse Bedingungen der Gröfse und Formen vor, welche jedenfalls berücksichtigt werden müssen. Der Gasbehälter soll nach den Normen für jede installierte Normalflamme mindestens $7^1/_2$ Liter Raum besitzen; das bedeutet, dafs die Anlage für dreiviertel Stunden Gasvorrat aufspeichern kann. Während

diese Bestimmung für automatische Apparate durchaus hinreichend erscheint, ist sie offenbar für Handapparate bei weitem zu milde, da eine dreiviertelstündliche Neubeschickung während der Brennzeit unmöglich ist. Es mufs unbedingt von einem guten Acetylenapparate verlangt werden, dafs er 4 bis 5 Stunden lang ohne jede Bedienung in der Lage ist, den Gasbedarf, für welchen er bestimmt ist, zu liefern. Bei Handapparaten mufs also der Gasbehälter entsprechend grofs dimensioniert sein, während automatische Apparate insofern im Vorteil sind, als lediglich der Raum für das Carbid die nötige Gröfse haben mufs, welche bei dem grofsen Gasgehalt und geringen Volumen des Calciumcarbides nur wenig ausmacht. Für die Gröfse der Nebenapparate ist in den Normen lediglich die Vorschrift aufgenommen, dafs sie im richtigen Verhältnis zu der angenommenen Leistung der Apparate stehen soll. Bei den Wassertöpfen, Wäschern, Reinigern und Trocknern ergiebt sich die Gröfse aus der im Einzelfalle leicht zu berechnenden Menge des abgeschiedenen Kondenswassers, der Verunreinigungen u. s. w. des erzeugten Gases. Der wirksame Inhalt dieser Nebenapparate mufs so grofs sein, dafs die Kondensgefäfse und Wäscher nicht mehr als einmal täglich entleert, die Reiniger und Trockner höchstens einmal monatlich neu gefüllt werden müssen. Für die Reinigungsmasse hat die Erfahrung die nötigen Daten bereits geliefert, und so finden sich im Handel für bestimmte Flammenzahlen auch bestimmte Gröfsen der Reiniger. Für die anderen Apparate ergeben die vorstehenden Abbildungen von Acetylenanlagen Anhaltspunkte für die ungefähren Verhältnisse der Gröfsen, wie sie sich in der Praxis bewährt haben.

Gasbehälter und Entwickler in einem Gefäfs miteinander zu verbinden, unterliegt keinem Bedenken, wenn die Übersichtlichkeit der Leitungen und die Einfachheit und Sicherheit der Bedienung nicht darunter leidet. Derartig kompendiöse Apparate haben sich ihrer Handlichkeit wegen namentlich für den Export gut eingeführt.

Die Mechanismen, welche bei automatischen Apparaten die Regelung der Funktion bewirken, bei den Gasbehältern die Führung besorgen u. s. w., müssen so konstruiert und ausgeführt sein, dafs ihre Bewegung eine zwangläufige ist. Es dürfen als Übertragungsmittel lediglich Metallgestänge, Ketten oder Drahtseile Anwendung finden niemals jedoch Fäden oder Seile aus nichtmetallischem Gewebe oder Geflecht, ebensowenig Gummifäden oder dergleichen. Werden elastische Verbindungen benötigt, so dürfen lediglich Metallfedern guter Qualität Anwendung finden; in seltenen Fällen wird auch Leder in Gestalt von Riemen, Bälgen u. s. w. benutzt. Besonderer Rücksicht und Sorgfalt bedürfen Mechanismen, welche unter Wasser funktionieren, was übrigens möglichst zu vermeiden ist. Ist die Anbringung einer Stopfbuchse notwendig, so sucht man der gasdichten Ausführung derselben möglichst aus dem Wege zu gehen, indem man sie unter den Flüssigkeitsspiegel verlegt oder unter Ölverschlufs setzt. Niemals dürfen Mechanismen durch

schweren Gang oder durch die Möglichkeit einer Sperrung die Funktion gefährden oder den Druck veränderlich machen. Dies gilt insbesondere von der Führung der Gasbehälterglocken. Wo dieselbe durch Rollen bewirkt wird, müssen dieselben sorgfältig ausgedreht sein und zwar am besten parabolisch, weil (nach Schäfer) solche Führungen die geringste Reibung besitzen. Von der Instandhaltung der Mechanismen wird weiter unten bei der Bedienung noch die Rede sein.

Das Sicherheitsrohr, welches die Abführung eines etwaigen Überschusses an Gas aus dem Gasometer ermöglicht, mufs so dimensioniert sein, dafs es im Gebrauchsfalle seinen Zweck vollkommen erfüllt, darf also an Weite nicht hinter den Zuführungsrohren des Gasometers zurückstehen. Mündet das Sicherheitsrohr oben in einen Schornstein, in welchem es sich bei der Bewegung der Glocke führt, so mufs sich dies reibungslos vollziehen. Eine Drehung der Glocke bei ihrer Bewegung darf nicht gestattet werden, wofern nicht die Konstruktion diese Drehung erfordert und zwangläufig vollzieht, wie denn überhaupt im allgemeinen jede zufällige Bewegung ausgeschlossen sein mufs und alle Teile der Anlage so eingerichtet sein müssen, dafs sie sich in bestimmten Bahnen ohne jede Abweichung bewegen.

Sicherheitsventile sind erforderlich gegen die Bildung von luftleeren Räumen im Entwickler und den Reinigungsapparaten, soweit dieselben nicht beständig unter Druck stehen. Die Ventile müssen sehr sorgfältig ausgeführt und auf ihre regelmäfsige Funktion geprüft sein. Das Gleiche gilt von allen Hähnen, Schiebern und Ventilen, die mit Acetylen in Berührung kommen, zumal dieses Gas durch seine Trockenheit und vielleicht auch aus chemischen Gründen die Neigung zeigt, Schmiermittel nach kurzer Zeit unwirksam zu machen, so dafs Ventile und Hähne ohne beständige Aufsicht nicht einwandsfrei funktionieren. Feines Vaselin und auch Ricinusöl sind als Schmiermittel für Acetylenhähne empfohlen worden. Häufige Erneuerung der Einfettung und gröfste Sauberkeit sind jedenfalls am Platze.

Über die Vorkehrungen, die ein Einfrieren der Apparate verhindern sollen, und über die Sicherheitsvorschriften der Feuerversicherungs-Gesellschaften wird noch an anderer Stelle [1]) weiter unten ausführlich gesprochen. Bei Anwendung saurer oder alkalischer Reinigungsmittel mufs natürlich der Reiniger aus widerstandsfähigem Material sein; über die Beschaffenheit dieser Apparateteile war bereits oben einiges gesagt.

Als Dichtungen für die Deckel des Entwicklers und der Nebenapparate werden Gummieinlagen aus starkem (rotem) Gummi vielfach verwendet. Die Befestigung der Deckel geschieht durch Bügelverschlüsse

---

[1]) Vergl. die Kapitel „Frostschutz" (S. 348 flgde.), „Die Gefahren des Acetylens" und „Vorschriften und gesetzliche Bestimmungen".

mit mittlerer Schraube, durch seitliche Verschraubungen oder durch Wasserverschlufs, jedenfalls aber so, dafs die Lösung der Deckel schnell und leicht erfolgen kann. Aus dieser Rücksicht dürfen direkt eingeschraubte Deckel bei gröfseren Apparaten nicht verwendet werden.

Man vermeidet bei allen Hausapparaten kleine lose Einzelteile, wie Schrauben, Muttern, Handgriffe und dergleichen, welche leicht verloren gehen können, und sucht möglichst jeden der häufiger gebrauchten Teile mit dem Apparate in feste Verbindung zu bringen, wenn es nicht anders geht, durch kurze Kettchen oder dergleichen, wie denn überhaupt bei der Konstruktion dieser Apparate auch die Rücksicht auf Bequemlichkeit, Handlichkeit und Schönheit eine wesentliche Rolle spielt. Die Einfachheit und Übersichtlichkeit der Konstruktion ist natürlich auch von Wichtigkeit, aber es darf darunter nicht die Sicherheit der Funktion und die Bequemlichkeit der Bedienung leiden; Verschlufsorgane, deren falsche Bedienung unter Umständen Gasausströmungen und unzulässige Drucksteigerungen hervorrufen kann, müssen streng vermieden werden, weil man nicht immer auf die Intelligenz und Umsicht des Bedienungspersonals zählen kann [1].

Installation und Bedienung der Hausanlagen.

Die dauernde gute Funktion jeder Anlage hängt aufser von dem System des Entwicklers und der Konstruktion und Ausführung der Apparate in hervorragendem Mafse noch von der sachgemäfsen Zusammenstellung und Verbindung ihrer Teile und von der richtigen Aufstellung und Anordnung der Apparate und Rohrleitungen ab, was man unter den Bezeichnungen Montage und Installation der Anlage zusammenfafst. Wohl werden von den Apparatefabriken die einzelnen Zubehörteile der Anlage vollständig fertig zur Aufstellung geliefert, aber die Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum, auf die Beschaffenheit des Bodens und des Daches u. s. w. bedingen doch in jedem Einzelfalle besondere Vorkehrungen und Arbeiten an Ort und Stelle, für deren Ausführung hier einige Grundsätze gegeben werden sollen.

Der Apparatraum mufs den verschiedenen Vorschriften der polizeilichen Bestimmungen und Feuerversicherungs-Gesellschaften entsprechen. Er darf sich nicht in oder unter bewohnten Räumen oder in unmittelbarer Verbindung mit solchen befinden, nicht in Kellern liegen und nur eine leichte Bedachung besitzen. Er mufs geräumig, hell und gut gelüftet sein, darf nur durch Fernheizung erwärmt und durch Aufsenbeleuchtung künstlich erhellt werden. Die Thüren dürfen nicht nach innen aufgehen, die Entlüftungsrohre nicht in Schornsteine

---

[1]) Weitere Angaben über Bau und Installation von Acetylenanlagen sind weiter unten in dem Abschnitt über Zentralanlagen gegeben.

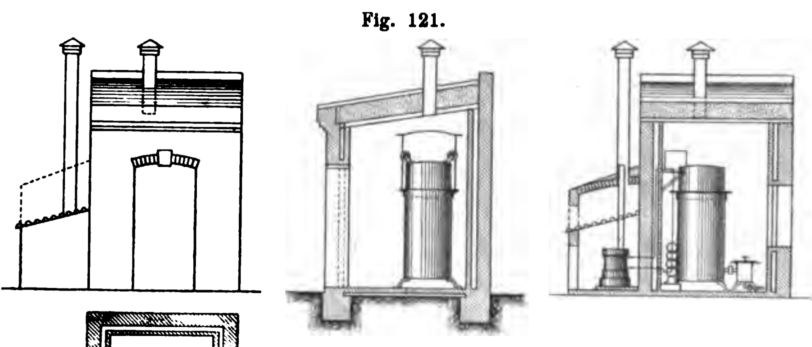
münden und sind bis über das Dach etwaiger nahegelegener Wohngebäude oder Fabriken zu führen.

Die bayerische Verordnung bestimmt ferner, dafs die Apparaträume einen Abstand von mindestens 5 m von Wohnräumen haben müssen oder durch eine starke Mauer ohne Öffnungen von diesen getrennt sein müssen; eine Benutzung zu anderen Zwecken darf nicht stattfinden. Die Aufsenbeleuchtung soll durch Sicherheitslampen oder doppelte elektrische Glühlampen erfolgen. Die Leitungen müssen bis zu einem Überdruck von der halben Atmosphäre dicht sein und so verlegt werden, dafs sie vor äufserer Verletzung geschützt sind.

Die bereits erwähnten Normen des Deutschen Acetylenvereins verlangen Frostfreiheit [1]) und ebenso wie die bayerische Verordnung die Aufhängung von Beschreibungen und Zeichnungen im Apparatraume.

Die von den Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften aufgestellten Bedingungen verbieten die Benutzung von Scheunen oder Stallgebäuden, wenn dieselben nicht von dem angrenzenden Raume durch eine öffnungslose unverbrennliche Wand abgetrennt sind. Die Heizung darf nur durch Warmwasser- oder Dampfheizung geschehen. In der einen nicht mit der Thür versehenen Wand des Apparathauses wird ein dicht

Fig. 121.



Apparathaus für kleine Hausanlage mit Dampfheizung von Ernst Schneider, Chemnitz.
(Verschiedene Schnittzeichnungen, Ansicht und Grundrifs.)

schliefsendes, nicht zu öffnendes Fenster gefordert, vor welchem eine Aufsenbeleuchtung anzubringen ist. Letztere kann für gewöhnlich mit Acetylen geschehen, doch mufs daneben eine Petroleum- oder Öllampe oder eine Kerzenlaterne für den Notfall stets betriebsbereit zur Verfügung stehen.

Man wird also unter Berücksichtigung dieser Vorschriften folgendes bei der Anlage des Apparatraumes zu beachten haben:

Am besten wird ein getrenntes Gebäude als Gasanstalt errichtet, wie es etwa in Fig. 121 dargestellt wird. Ein kleiner, durch massive Wand abgetrennter Raum nimmt die Heizungsanlage auf, welche durch

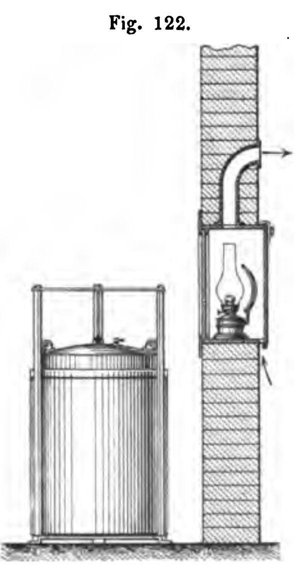
[1]) Vergl. weiter unten S. 348 flgde.

Leitung mit Rippenheizkörpern im Innern des eigentlichen Apparatraumes in Verbindung steht.

Die nach aufsen aufschlagende Thür befindet sich in einer anderen Wand als das mit Aufsenbeleuchtung versehene Fenster. Dach und Wände sind zur Erzielung der Frostfreiheit möglichst gut isoliert und eventuell doppelt ausgeführt, dabei aber die Bedachung eine möglichst leichte und jede feste Balkenlage oder Überwölbung vermieden.

Fenster und Thüren müssen dicht und gut schliefsen. Das für die Aufsenbeleuchtung dienende Fenster mufs gegen den Apparatraum gasdicht abgeschlossen sein, was sich durch eine besonders sorgfältige Einpassung der Scheibe und gute Verkittung leicht bewirken läfst. Es ist nicht ratsam, dafs diese Scheibe geöffnet werden kann. Statt einer einzigen Scheibe empfiehlt es sich häufig, eine doppelte Sicherheit zu schaffen, indem man zwei Gläser hintereinander gesondert in die Wand einlegt. Nach aufsen zu wird zweckmäfsig hinter der Aufsenbeleuchtung ein Reflektor angebracht, welcher gleichzeitig als Thür zur Bedienung der Aufsenbeleuchtung eingerichtet sein kann. Die Aufsenbeleuchtung mufs sich in möglichst grofser Entfernung von der Thür, dem Fenster und den Austrittsöffnungen der Entlüftungsrohre befinden. Die Aufsenbeleuchtung kann nach den meisten gesetzlichen Bestimmungen und nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins für gewöhnlich durch Acetylen bewirkt werden. Diese Bestimmung erscheint indes nicht unbedenklich, da die Aufsenbeleuchtung meist gerade in solchen Fällen gebraucht wird, wo das Zuendegehen des Gasvorrates eine Neubeschickung im Betriebe erforderlich macht. Ist also die Aufsenbeleuchtung an das Rohrnetz angeschlossen, so wird sie gerade dann versagen, wenn man sie am nötigsten braucht. Da nun ferner auch in den genannten Bestimmungen gefordert wird, dafs neben der Acetylen-Aufsenbeleuchtung noch eine solche durch Lampe oder Laterne stets betriebsbereit zur Verfügung stehen mufs, so ist es jedenfalls einfacher und sicherer, die Aufsenbeleuchtung überhaupt nur durch eine Petroleum- oder Öllampe, ohne Anschlufs an das Rohrnetz, zu bewirken. Fig. 122 zeigt eine einfache Ausführung einer solchen Aufsenbeleuchtung [1]).

Fig. 122.



Anordnung der Aufsenbeleuchtung.

[1]) Vergl. auch Fig. 106.

Liegt das Apparathaus zum Teil unter der Erde[1]), so darf die zu ihm hinabführende Treppe nicht allzu steil sein und mufs in gutem Zustande erhalten werden. Es ist wünschenswert, in solchem Falle vor der Thür einen hinreichenden Vorraum anzulegen, der auch bei geöffneter Thür Platz zum Aufhalten für eine Person bietet.

Bildet der Apparatraum einen Teil eines zu anderen Zwecken dienenden Gebäudes, so sind die Feuersicherheitsmafsregeln mit gröfster Sorgfalt zu berücksichtigen. Ist ein besonderes kleines, einzeln stehendes Häuschen vorgesehen, so hält man dies möglichst weit von den Wohnräumen entfernt, damit die Bewohner durch die Beschickungs- und Reinigungsarbeiten so wenig wie möglich belästigt werden. Das Haus selbst wird zweckmäfsig aus feuerfestem Material, z. B. aus Wellblech oder noch besser massiv aus Mauerwerk hergestellt.

Der Boden mufs leicht zu reinigen, möglichst eben und horizontal sein und die Abführung von Wasser durch eine vorgesehene Leitung gestatten. Da er ein ziemliches Gewicht zu tragen hat, wenn die Apparate mit Wasser gefüllt sind, so mufs die Fundierung eine gute und der Fufsboden tragfähig sein. Zur Abführung des Kalkschlammes wird zweckmäfsig ein Rohr in eine Rinne des Fufsbodens gebettet, welches in eine Senkgrube, eine eingegrabene Tonne oder dergleichen geführt und an den Schlammablafs des Entwicklers angeschlossen wird.

Die Wände müssen fest und dicht ausgeführt sein, die Bedachung trotz der vorgeschriebenen Leichtigkeit die Niederschläge abhalten und Schutz gegen Wärmeverlust gewähren.

Die Lüftung geschieht zweckmäfsig durch Ventilationsklappen, welche verschliefsbar sein können, um im kalten Winter die Wärme zurückzuhalten.

Die Ausführung der Heizungsanlage und die frostsichere Ausführung des Hauses wird noch besonders behandelt werden[2]).

Die Aufstellung der Apparate mufs in allen Teilen, besonders aber beim Gasbehälter, streng lotrecht erfolgen. Man bedient sich am besten nicht blofs eines Senkbleies, sondern auch der Wasserwage, um ganz sicher zu gehen. Der Abstand der Apparate voneinander mufs genau der Zeichnung entsprechen, damit Spannungen in den Verschraubungen der Rohrleitung vermieden werden. Solche falschen Spannungen sind insbesondere an den Teilen gefährlich, wo die Rohrleitung mit den aus Blech angefertigten Apparaten verbunden ist. Jeder Apparat mufs in allen Teilen gerade stehen, überhaupt sollen schräge Richtungen bei der Rohrleitung und den Zubehörteilen möglichst nicht vorkommen.

Spitzwinkelige Kniee sind auf alle Fälle zu vermeiden.

Die Rohrleitungen müssen vor der Verlegung sorgfältig auf ihre Dichtigkeit geprüft werden, was am einfachsten durch Ansaugen geschieht. Der Dichtung mufs bei den Rohrverbindungen von Acetylen-

[1]) Vergl. weiter unten S. 356. — [2]) Vergl. S. 350.

anlagen noch gröfsere Sorgfalt geschenkt werden als bei der Installation von Leuchtgasrohren, weil das Acetylen unter viel höherem Drucke steht als das Steinkohlengas und daher viel leichter aus undichten Stellen entweicht. Die Verlegung der Betriebsrohrleitungen mufs stets mit Gefälle erfolgen; am tiefsten Punkte ist ein Wassersack anzuordnen.

Über die Anwendung von Langgewinden und Umgängen ist bereits oben gesprochen[1]). Die Prüfung der fertigen Rohrleitung auf Dichtigkeit erfolgt durch Luftdruck, und zwar genügt $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ Atmosphäre. Die Ermittelung etwaiger Undichtheiten geschieht durch Einpinselung mit starkem Seifenwasser. Jedes Ableuchten mit Gas gefüllter Apparate oder Rohrteile ist bei Acetylen noch strenger zu vermeiden als bei Leuchtgas, weil die Explosionsgrenzen des Acetylens bekanntlich sehr weite sind. Dies gilt insbesondere von der ersten Beschickung eines neu installierten Apparates, da sich dann in der Rohrleitung ein stark explosives Acetylen-Luft-Gemisch längere Zeit aufhält.

Jede kleinste Undichtigkeit mufs beseitigt werden; die Betriebsleitung mufs unter allen Umständen vollkommen dicht sein. Dasselbe gilt von allen Apparaten, welche vor der Aufstellung einzeln sorgfältig geprüft werden müssen. Nach erfolgter Aufstellung der Apparate und Zusammensetzung der Rohrleitung wird unter Zwischenschaltung eines Haupthahnes der Anschlufs an die Hauptleitung bewirkt. Die erste Inbetriebsetzung erfolgt nunmehr in der Weise, dafs zunächst alle zur Aufnahme von Wasser bestimmten Apparateteile gefüllt werden und, wenn deren vollständige Dichtigkeit kontrolliert ist, die Beschickung mit Carbid vorgenommen wird. Auf sorgfältige Füllung aller Wasserverschlüsse ist besonders zu achten. Die Stellung der Hähne mufs genau geprüft werden, bevor die erste Entwickelung erfolgt. Das zuerst erzeugte Gas ist naturgemäfs stark mit Luft gemischt und wird daher zweckmäfsig unverbraucht ins Freie gelassen, was meist am besten durch die Brenner geschieht, nicht aber durch gröfsere Öffnungen.

Alle Arbeiten der Beschickung des Entwicklers, Reinigers und Trockners, Neufüllung des Gasbehälters, Entleerung der Kondensgefäfse und dergleichen sind nur bei Tage vorzunehmen, und die Installationsarbeiten müssen so eingerichtet werden, dafs noch bei Tageslicht die erste Inbetriebsetzung stattfindet. Stellen sich etwa nachträglich erst nach der Inbetriebsetzung noch Undichtheiten an Apparatteilen heraus, die eine Lötung erforderlich machen, so mufs der betreffende Apparatteil aus dem Entwickelungsraume entfernt und vollständig von Gas entleert werden, bevor mit Feuer oder einem glühenden Gegenstande an ihn herangegangen werden darf. Leer von Gas ist ein Apparat erst dann, wenn er, bis zum Rande mit Wasser gefüllt, einige Minuten gestanden hat.

---

[1]) Vergl. S. 333 und 335.

Die Hausleitung. Auch hier wollen wir uns auf einige kurze Angaben beschränken und verweisen im übrigen auf die weiter unten im Zusammenhange dargestellten Grundlagen zur Berechnung und Ausführung von Rohrleitungen überhaupt. Das Material der Hausleitung ist Schmiedeeisen. Die Verbindung der einzelnen Rohrteile erfolgt wie beim Leuchtgase durch aufgeschraubte Muffen, die mit Bleiweifs oder Mennige und Öl unter Auflage von Flachs- oder Hanffasern gedichtet werden. Die Verlegung mufs mit schwachem Gefälle erfolgen; Kondenshähne sind weniger häufig erforderlich als bei Steinkohlengas; an Stellen, wo die Leitung aus einem warmen Raum in einen kalten eintritt, mufs jedenfalls ein Wassersack vorgesehen sein.

Die Leitung mufs überall zugänglich sein, ein Ableuchten ist unter allen Umständen verboten. Reparaturen an der Rohrleitung dürfen niemals unter Druck stattfinden. Die Weite der Leitung ergiebt sich aus den bei Besprechung der Betriebsrohrleitung [1]) gegebenen Tabellen; sie wird zweckmäfsig so gewählt, dafs die Geschwindigkeit des Gases nicht gröfser als $1^1/_2$ Meter in der Sekunde ist.

Setzt man die mit Hilfe der Tabelle ermittelten Ausflufsmengen sowie die Geschwindigkeit in die oben bei Berechnung der Betriebsleitung gegebene Formel I ein, so erhält man ohne weiteres die zu wählenden Rohrdurchmesser.

Unter $^1/_4$ zöllige Rohre werden zweckmäfsig nicht verwendet. Die Prüfung der Rohrleitung auf Dichtigkeit erfolgt ebenfalls durch Luftdruck mit $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ Atmosphäre [2]) und Einpinselung mit Seifenwasser.

Auch die Beleuchtungskörper, die Hähne der Brenner, die Kniestücke und Kugelbewegungen bedürfen der Kontrolle auf ihre Dichtigkeit.

Bedienung der Apparate. Jedes System hat seine besonderen Bedienungsvorschriften, so dafs nur wenige allgemein gültige Regeln für die Bedienung der Acetylen-Hausanlagen gegeben werden können.

Die erste Vorbedingung ist, dafs jedes Licht, Feuer, glühende oder glimmende Gegenstände dem Apparatraum ferngehalten werden. Die Bedienung, Neufüllung des Entwicklers, Reinigung und Entleerung des Schlammablasses, der Kondensgefäfse und dergleichen darf nur bei Tageslicht erfolgen. Macht sich eine Nachfüllung von Carbid im Dunkeln notwendig, so ist gröfste Vorsicht am Platze. Für gute Instandhaltung der Aufsenbeleuchtung mufs täglich gesorgt werden. Ist eine bestimmte Menge Calciumcarbid für die richtige Funktion des Apparates vorgeschrieben, so ermittelt man dieselbe am sichersten und

---

[1]) Vergl. S. 333 flgde. — [2]) Die zuweilen geforderte Prüfung unter höherem Druck ist jedenfalls zu verwerfen, da sie direkt oder indirekt zu späterer Undichtigkeit Veranlassung geben kann.

besten durch Abwiegen. Hinsichtlich der Stückengröfse des Carbides müssen gleichfalls die Bedingungen genau innegehalten werden, welche das System des Apparates stellt.

Wasserverschlüsse sollen sorgfältig gefüllt gehalten werden; Kondensgefäfse müssen jeden Tag kontrolliert und entleert werden.

Weniger häufig vorkommende Arbeiten, die aber keineswegs vernachlässigt werden dürfen, sind folgende:

Das Wasser im Gasbehälter bedarf unter normalen Verhältnissen etwa vierteljährlich der Erneuerung. Um dies zu bewirken, wird zunächst der Behälter von Gas entleert, dann bei geöffnetem Lufthahn der Glocke das Wasser abgelassen. Nach erfolgter Neufüllung wird der Lufthahn geschlossen und dem Gase der Zutritt gestattet. Auch der Reiniger und Trockner bedarf etwa alle viertel Jahr der Neubeschickung, letzterer jedoch nur dann, wenn der Kalk oder das sonstige Trockenmittel durch den Gebrauch feucht geworden ist. Die Erschöpfung der Reinigungsmasse zeigt sich im Betriebe der Hausanlagen u. a. auch durch das staubige Aussehen der Flammen an [1]). Apparate zur Prüfung des Gases auf Reinheit sind mehrfach in den Handel gekommen und haben sich gut bewährt; sie beruhen meistens auf der Eigenschaft eines mit Silbernitrat getränkten Papierstreifens, sich durch phosphorwasserstoffhaltiges Acetylen zu schwärzen.

Die Apparate müssen sauber gehalten werden. Alle gleitenden oder bewegten Teile sollen durch gute Schmierung im leichten Gange erhalten werden. Der Anstrich ist alljährlich zu erneuern und überhaupt auf den ordentlichen Zustand der Anlage alle Sorgfalt zu verwenden.

Reparaturen dürfen niemals im Apparatraum und an mit Gas gefüllten Teilen vorgenommen werden.

Frostschutz der Acetylenanlagen.

In allen Ländern, in welchen, wie in Deutschland, die Temperatur im Winter mehr oder weniger lange Zeit unter den Gefrierpunkt zu sinken pflegt, sind unbedingt Vorkehrungen zu treffen, welche das Einfrieren einer Acetylenanlage wirksam verhindern. Die Mehrzahl aller Acetylenexplosionen oder doch ein aufserordentlich grofser Teil derselben dürfte zurückzuführen sein auf das Einfrieren der Apparate. Über die verschiedenen Möglichkeiten, wie dabei eine Explosion zustande kommen kann, wird weiter unten berichtet werden [2]). Hier sollen diejenigen Mafsnahmen besprochen werden, die einen Schutz gegen das Einfrieren gewähren.

---

[1]) Näheres hierüber vergl. S. 239 flgde. — [2]) Vergl. den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylengas“.

In den gesetzlichen Verordnungen, welche die verschiedenen Staaten über die Herstellung und Verwendung von Acetylengas ursprünglich erlassen hatten, findet man keinerlei obligatorische Vorschriften zur wirksamen Verhinderung des Einfrierens der Apparate. Auch in den seitens des Deutschen Acetylenvereins mit dem Verbande deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften im Jahre 1899 getroffenen Vorsichtsbedingungen für die Aufstellung und Verwendung von Acetylengasapparaten war zunächst von einer direkten Forderung, durch Heizung oder Anwendung eines der sonstigen Frostschutzmittel, wie sie nachstehend beschrieben werden, das Einfrieren zu verhüten, Abstand genommen worden. Der §. 5 dieser Bestimmungen lautete nämlich:

„In denjenigen Fällen, in welchen die Acetylenanlagen nicht durch eine Heizvorrichtung oder andere zweckentsprechende Vorrichtungen geschützt werden, mufs das Verbindungsrohr zwischen Entwickler und Gasbehälter mit einem Wassersack versehen sein und mindestens folgende Weiten haben:

$^3/_4$ Zoll (1 Zoll = 26 mm) bei einer Anlage unter 20 Flammen zu 20 Liter Stundenverbrauch,

1 Zoll bei einer Anlage von 20 bis zu 40 Flammen zu 20 Liter Stundenverbrauch,

$1^1/_2$ Zoll bei einer Anlage von 40 bis 100 Flammen zu 20 Liter Stundenverbrauch, und

$1^3/_4$ Zoll bei einer Anlage von mehr als 100 Flammen."

Man hoffte durch Anwendung eines weiten Verbindungsrohres zwischen Entwickler und Gasbehälter und weiter durch den vorgeschriebenen Wassersack ein Einfrieren dieses Teiles der Anlage zu verhindern, so dafs wenigstens eine Ansammlung zu grofser Acetylenmengen im Entwickler dadurch vermieden werden konnte. War der Gasbehälter eingefroren, so konnte das Acetylen durch das an letzterem vorgeschriebene Sicherheitsrohr ins Freie entweichen. Das Einfrieren des Entwicklers aber, so meinte man weiter, konnte eine direkte Gefahr nicht mit sich bringen. Man hatte bei diesen Erwägungen nicht mit der Fahrlässigkeit des Publikums gerechnet. Nicht etwa durch das Einfrieren der Apparate selbst, sondern durch die Art und Weise, wie das Publikum sie wieder auftaute, sind viele Explosionen entstanden [1]). Es hat sich deshalb als unbedingt notwendig erwiesen, dafs das Einfrieren irgend eines Apparatteiles überhaupt vermieden wird. Der §. 5 der vorerwähnten Vorsichtsbedingungen erhielt deshalb im Jahre 1901 die folgende Fassung:

„Die Acetylenanlagen müssen durch Aufstellung in frostfreien Räumen bezw. durch eine Heizanlage oder andere zweckentsprechende Vorrichtungen vor dem Einfrieren geschützt sein. Die Heizung darf nur durch Warmwasser- oder Dampfheizung geschehen. Die Feuerstätte für die Beheizung darf sich nur aufserhalb derjenigen Räume,

---

[1]) Näheres darüber vergleiche weiter unten: „Gefahren bei Aufstellung u. s. w."

in welchen Entwickler mit Zubehör oder Gasbehälter aufgestellt sind, befinden."

Im Jahre 1901 ist auch zum ersten Male in der Verordnung eines deutschen Bundesstaates die Forderung vollkommener Frostfreiheit für Acetylenanlagen ausgesprochen. §. 5 der bayerischen Verordnung[1]) vom 22. Juni 1901 lautet nämlich:

„Die Apparatenräume müssen hell, geräumig, vollkommen frostfrei und ausreichend gelüftet sein; die Beheizung darf nur von aufsen erfolgen."

Dagegen enthält die ebenfalls im Jahre 1901 erlassene neue österreichische Verordnung über Herstellung und Verwendung von Acetylen merkwürdigerweise nichts über die Frostsicherheit der Acetylenanlagen, abgesehen von einer höchst mangelhaften Vorschrift über das Einfrieren der Gasbehälter (§. 34), von der weiter unten noch die Rede sein wird.

Zum wirksamen Schutz der Acetylenanlagen bestehen drei Möglichkeiten:

1. Heizung,
2. sogenannte Frostschutzmittel im engeren Sinne,
3. Isolierung der Apparaträume.

Heizung.

Der einfachste und bei zuverlässiger Bedienung sicherste Schutz gegen das Einfrieren wird durch eine Zentralheizanlage geschaffen. Über deren Einrichtung heifst es in den vorerwähnten Vereinbarungen:

„Die Heizung darf nur durch Warmwasser- oder Dampfheizung geschehen. Die Feuerstätte für die Beheizung darf sich nur aufserhalb derjenigen Räume, in welchen Entwickler mit Zubehör oder Gasbehälter aufgestellt sind, befinden."

Die Heizung soll also nur durch eine Fernheizung erfolgen. Als solche sind bekannt: Luftheizung, Wasserheizung und Dampfheizung. Erstere kann auch im weiteren Sinne verstanden als sogenannte Kanalheizung (also ohne Kalorifer) benutzt werden, indem ein, natürlich absolut dicht abgeschlossener, langgestreckter, gemauerter Zug, durch welchen Feuergase geleitet werden, durch den Apparatraum oder eine Wand desselben geführt wird. Die Wasserheizung kann als Warmwasser- oder Heifswasser-Heizung Verwendung finden. Das Prinzip dieser Heizungsart besteht in der Erscheinung, dafs warmes Wasser leichter ist als kaltes und deshalb in einem Rohr stets nach oben steigt, nach der Abkühlung aber das Bestreben hat, zu fallen. In diesem Kreislauf passiert das in einem Kessel erhitzte Wasser an den gewünschten Stellen Heizkörper, die durch möglichst grofse Oberfläche eine reichliche Wärmeabgabe ermöglichen. Solche Anlagen werden

[1]) Vergl. weiter unten.

z. B. für Treibhäuser viel benutzt und eignen sich auch für Acetylenapparaträume. Ist eine Dampfkesselanlage auf dem Grundstück vorhanden, so ist die Dampfheizung die gegebene Form der Heizung, und zwar entweder in Gestalt der sogenannten Abdampfheizung, wobei der Abdampf der Maschine durch ein Ventil in die Heizrohre geleitet wird, oder als Niederdruck-Dampfheizung. Letztere kann auch als selbstständige Anlage mit einem kleinen, tiefstehenden Kessel betrieben werden. Dabei kann die Spannung des Dampfes nie höher als $^1/_4$ Atm. steigen, was aus Gründen der Explosionssicherheit und weil eine behördliche Konzession nicht nötig ist, wichtig ist. Diese Art der Zentralheizung eignet sich wegen ihrer Zuverlässigkeit, Einfachheit der Anlage und Bedienung und Billigkeit besonders für Acetylenanlagen.

Wird die Heizanlage regelmäfsig während des Frostwetters im Betriebe erhalten, so ist ein Einfrieren ausgeschlossen. Die ganze Anlage, einschliefslich des dazu gehörigen Hauses, ist dadurch vor Frost geschützt. Unbedingt gefordert mufs dieselbe werden bei allen Zentralen, wie auch bei den gröfseren Fabrikanlagen und sonstigen Einzelanlagen, welche eine bestimmte Gröfse überschreiten.

Die oft zu hörende Ansicht jedoch, dafs eine Heizvorrichtung auch für kleinere Anlagen unter allen Umständen den besten Frostschutz gewährt und deshalb stets zu empfehlen wäre, dürfte, so richtig sie theoretisch ist, in Wirklichkeit nicht für alle Fälle zutreffen. Für jede Zentrale, für jede gröfsere Fabrikanlage ist eine besondere Persönlichkeit vorhanden, der die Bedienung der Anlage obliegt und die täglich mindestens einige Stunden damit beschäftigt ist. Hier kann die Vorschrift gegeben werden, dafs, sobald die Aufsenluft 2 bis 3° C. unter den Gefrierpunkt sinkt, die Heizanlage in Betrieb zu setzen ist. Man wird — handelt es sich um eine nicht absolut unzuverlässige Persönlichkeit — sicher sein können, dafs diese Vorschrift befolgt wird, auch schon deshalb, weil das Arbeiten in einem erwärmten Raume angenehmer ist als in einem kalten. Ganz anders liegen die Verhältnisse jedoch in einer kleinen Einzelanlage. Hier fällt zunächst schon der letztgenannte Umstand in der Regel deshalb fort — namentlich bei Automaten — weil täglich nur kurze Zeit am Apparate gearbeitet wird. Wesentlicher ist aber der Umstand, dafs das Heizen sicherlich in keinem Falle sofort vorgenommen wird, sobald Frostwetter eintritt, zumal man sehr bald die Erfahrung machen wird, dafs ein gelinder Frost den in einem an sich guten Apparathause aufgestellten Apparat noch nicht durch Einfrieren aufser Funktion bringt, dafs hierzu vielmehr erst ein starker Frost notwendig ist. Man wird also schon aus Sparsamkeits- und Bequemlichkeitsgründen so lange mit der Heizung warten, „wie es irgend angeht“, d. h. recht oft so lange, bis der Apparat eingefroren ist. Geschieht das Einfrieren aber zu einer Zeit, in der die Beleuchtung dringend gebraucht wird, also am Abend, so wird man recht oft nicht erst den Ofen in Betrieb setzen, um den Apparat aufzutauen,

sondern versuchen, dies auf raschere Weise zu erreichen. Damit ist aber die Gelegenheit zur Explosion [1]) leicht gegeben. Für kleinere Einzelanlagen kann deshalb unter Umständen ein besserer Frostschutz auf einem der beiden anderen, nachstehend beschriebenen Wege erreicht werden.

Anwendung der sogenannten Frostschutzmittel.

Bekanntlich gefrieren Salzlösungen schwerer als reines Wasser. Bei einigen derselben liegt der Erstarrungspunkt sogar bei sehr niedriger Temperatur. Unter diesen sind mehrere, die mit Erfolg statt des Wassers für Gasbehälter, Wäscher und Wasserverschlüsse zur Verwendung gelangen können. Selbstredend müssen sie derart sein, daſs sie keine schädlichen Nebenwirkungen irgendwie erheblicher Art ausüben können, sie dürfen also

1. auf die Wände oder die Funktionen der Apparatteile, in denen sie Anwendung finden sollen, nicht schädigend oder gar störend wirken,
2. weder mit dem Acetylen, noch mit den ihm beigemengten gasförmigen Verunreinigungen schädliche Verbindungen eingehen.

Ätzende, saure oder stark alkalische Salze sind deshalb nicht zu verwenden. Am geeignetsten sind Kochsalz oder Chlorcalcium. Eine 15prozentige Lösung von Kochsalz (15° Baumé) gefriert bei — 10° C., eine Lösung, welche 17 Proz. wasserfreies Chlorcalcium enthält (18° Baumé), gefriert bei — 8° C. [2]). Bei stärkerer Konzentration findet eine weitere Herabsetzung des Gefrierpunktes statt. Füllt man also den Gasbehälter, den Wäscher oder die Wasserverschlüsse mit solchen Lösungen, so können dieselben beim Eintritt von Frostwetter nicht ohne weiteres einfrieren, es bedarf dazu vielmehr einer solchen Temperaturerniedrigung, daſs der Gefrierpunkt jener Lösungen erreicht wird. Zur Benutzung im Entwickler, also in demjenigen Teile des Apparates, in dem die Zersetzung des Carbides durch Wasser erfolgt, sind diese Salzlösungen jedoch unbrauchbar, da schon bei einer Temperatur von — 5° C., wie u. a. die von Altschul auf Veranlassung des Deutschen Acetylenvereins angestellten Versuche ergeben haben, fast keine Acetylenentwickelung mehr stattfindet. Ältere Versuche von Neuberg zeigen, daſs auch gewöhnliches Eis, wenn es mit Carbid zusammengebracht wird, nur eine ganz langsame Entwickelung von Acetylen hervorzurufen vermag. Nun tragen aber die „Frostschutzmittel“ ihren Namen nicht, weil sie wirklich vor Kälte schützen. Vielmehr besteht, wie vorstehend dargelegt wurde, ihre Wirkung nur darin, daſs sie selbst bei einer Abkühlung des Wassers weit unter 0° verhindern,

---

[1]) Vergl. weiter unten. — [2]) Nach anderen Angaben erst bei — 12,5° C.

dafs Eisbildung eintritt. Würde man also diese Frostschutzmittel im Entwickler benutzen, so würde man bei einer Temperatur, die beispielsweise — 5° C. beträgt, wohl ein Einfrieren verhindern, nicht aber die dem Bedarf entsprechende Carbidmenge zur Zersetzung bringen. Die in solchem Falle, d. h. wenn das Wasser sich erheblich unter 0° abkühlt, bei der Bildung der geringen Acetylenmengen frei werdende Wärme ist dabei bedeutungslos. Neuberg hat bei seinen schon oben erwähnten Versuchen gezeigt, dafs ein Carbidstück auf einem Eisblock nicht einmal so viel Wärme erzeugt, dafs das Carbid in den Eisblock eindringen kann. Auf eine irgendwie in Betracht kommende Temperaturerhöhung ist also dadurch nicht zu rechnen. Deshalb ist grundsätzlich daran festzuhalten, dafs die chemischen Frostschutzmittel für den Gebrauch im Entwickler ungeeignet sind. Bei der Benutzung im Gasbehälter, Wäscher und in den Wasserverschlüssen ist darauf zu achten, dafs sie nicht etwa absichtlich oder unabsichtlich verdünnt werden; andererseits dürfen sie jedoch auch nicht in zu konzentrierter Form Verwendung finden, da dann leicht ein Auskrystallisieren der Salze stattfindet. Diese Frostschutzmittel werden nämlich in der Regel als Lösungen in den Handel gebracht. Mit Rücksicht auf Verpackungs- und Transportkosten werden sie in möglichst konzentrierter Form hergestellt. In der Gebrauchsanweisung wird dann gesagt, wie weit eine Verdünnung mit Wasser vorgenommen werden darf. Es ist jedoch oft beobachtet worden, dafs aus Unachtsamkeit oder aus Sparsamkeitsrücksichten eine weit stärkere Verdünnung vorgenommen wurde, als der Vorschrift entsprach. Natürlich erhöht sich damit der Gefrierpunkt, so dafs er unter Umständen demjenigen des Wassers ziemlich nahe kommen und das Mittel deshalb selbst gegen mäfsige Kälte keinen Schutz mehr gewähren wird. Ferner ist auch aus Unkenntnis die Verwendung der Salzlösungen häufig in durchaus verfehlter Weise erfolgt. Man hat nämlich wiederholt die Vermischung mit Wasser in der Weise vorgenommen, dafs erst das Frostschutzmittel in den Behälter gegossen wurde und hinterher das zur Verdünnung dienende Wasser. Nun ist aber das Frostschutzmittel spezifisch viel schwerer als das Wasser. Infolgedessen tritt beim Aufgiefsen von Wasser auf dasselbe durchaus keine innige Mischung ein. Das Frostschutzmittel bleibt in der Hauptsache im unteren Teile des Gefäfses, das Wasser schwimmt oben auf. Bei eintretendem Frostwetter gefriert deshalb das oben stehende Wasser, bildet eine Eisschicht und verhindert die Bewegung des Gasbehälters.

Es ist deshalb streng darauf zu achten, dafs die Vermischung der konzentrierten Salzlösung mit Wasser eine möglichst innige ist und jedenfalls aufserhalb desjenigen Apparatteiles vorgenommen wird, in dem sie hinterher benutzt werden soll.

Weiter kann bei im Freien stehenden Gasbehältern die erhoffte Wirkung der Salzlösungen illusorisch werden, wenn nicht durch Anbringung eines Daches der Eintritt der atmosphärischen Niederschläge

in den Gasbehältermantel verhindert wird. Sonst sammelt sich nämlich das auf die Gasglocke fallende Regen- bezw. Schneeschmelzwasser oben im Bassin an. Wenn also nach Regen- oder Tauwetter alsbald Frostwetter eintritt, friert die obere Schicht des Wassers im Gasbehälter bald ein und die Glocke sitzt fest, auch wenn eine geeignete Salzlösung von hinreichender Konzentration benutzt wurde.

Die im Handel vorkommenden Frostschutzmittel enthalten in der Hauptsache meist Chlorcalciumlösung. Dahin gehören:

a) Calcidum. Nach den Prospekten soll diese Lösung im unverdünnten Zustande ein specifisches Gewicht besitzen von 1,250 = 27 bis 28° Bé. und erst bei — 56° C. gefrieren. Mit ein Drittel Wasser verdünnt, soll der Gefrierpunkt bei — 20° C. liegen. Versuche, welche Altschul zur Ermittelung des Gefrierpunktes von Calcidumlösungen anstellte, haben diese Angaben im wesentlichen bestätigt. In der unverdünnten Lösung trat die erste Eisbildung allerdings schon bei — 42° C. auf. Bei — 52° C. war bereits der gröfste Teil der Flüssigkeit gefroren. Bei — 56° C. trat vollständige Erstarrung ein. Caro und Saulmann[1]) untersuchten ein im Handel vorkommendes Calcidum, welches von dem Fabrikanten als Calciumoxychlorid bezeichnet wurde. Dasselbe enthielt neben Spuren von Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia im Liter 173,6 g Kalk und 220,1 g Chlor, war demnach eine etwa 35prozentige Lösung von Chlorcalcium.

b) Flörsheimer Gefrierschutzflüssigkeit. Sie soll nach den Angaben der Fabrik aus einer Kombination „schwer gefrierbarer, wässeriger und fetter Stoffe“ bestehen. Letztere sollen auf den Mischungen der Gefrierschutzflüssigkeit mit Wasser schwimmen und den Zweck erfüllen, die nur vorübergehend von der Flüssigkeit benetzten und daher dem Rosten ausgesetzten Teile der Apparate zu fetten und dadurch vor Rost zu schützen. Die unverdünnte Gefrierschutzflüssigkeit soll nach den Angaben der Fabrik unter den in Deutschland herrschenden klimatischen Verhältnissen überhaupt nicht gefrieren, während der Erstarrungspunkt von 3 Teilen Gefrierschutzflüssigkeit und 1 Teil Wasser bei — 20° C., derjenige einer Mischung aus gleichen Teilen Gefrierschutzflüssigkeit und Wasser bei — 13° C. liegen soll.

Altschul fand den Erstarrungspunkt der unverdünnten Lösung bei — 35° C., der mit ein Viertel Wasser verdünnten bei — 18° C.

c) 40prozentige Chlorcalciumlauge. Diese Lauge soll nach den Angaben einer Fabrik, welche sie als Gefrierschutzflüssigkeit in den Handel bringt, erst gefrieren in einer Mischung von

2 Teilen Lauge und 1 Teil Wasser bei — 30° C.
1 Teil „ „ 1 „ „ „ — 23° C.

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 186.

Die Fabrik bemerkt in ihren Prospekten ausdrücklich: „Eine 40prozentige Chlorcalciumlösung, wie wir sie liefern, soll nicht ohne Zusatz von Wasser verwendet werden, weil die konzentrierte Lauge bei Frostwetter zwar nicht gefrieren kann, aber Chlorcalcium auskrystallisieren läfst. Nur der Frachtersparnis wegen wird die Lauge in konzentrierter Form als 40prozentige in den Handel gebracht.“

Versuche mit dieser Lauge von unbeteiligter wissenschaftlicher Seite sind uns nicht bekannt geworden. Es ist aber nach der Zusammensetzung anzunehmen, dafs die Angaben der Fabrik richtig sind.

Je nach den örtlichen Verhältnissen wird man also durch Anwendung einer mehr oder weniger konzentrierten geeigneten Salzlösung der vorbeschriebenen Art einen hinreichenden Schutz des Gasbehälters, Wäschers und der Wasserverschlüsse gegen das Einfrieren erzielen können. In den kälteren Gegenden Ostdeutschlands und in hohen Gebirgslagen wird man die Lösung naturgemäfs stärker zu wählen haben, als z. B. in dem milderen Klima von Wiesbaden oder Baden-Baden. Ebenso wird man bei im Freien stehenden Gasbehältern mit stärkeren Kältegraden rechnen müssen, als bei einem Wäscher im gut gebauten Apparathause. In jedem Falle aber soll eine Mischung benutzt werden, die mindestens eine Stärke von 15 bis 18° Bé. besitzt. Vor ihrer Verwendung soll sie darauf jedesmal mit einem Bauméschen Aräometer, das in jeder Niederlage chemisch-technischer Apparate zu kaufen ist, geprüft werden. Vorschriften, wie sie §. 34 der neuen österreichischen Verordnung [1]) enthält, wonach als Sperrflüssigkeit „eine“ Kochsalzlösung zu verwenden ist, sind nicht nur zwecklos, sondern direkt schädlich, da sie beim Publikum den Glauben an einen möglicherweise nicht vorhandenen Schutz erwecken können.

Isolierung der Apparaträume.

Wird von der Anlage einer geeigneten Heizvorrichtung Abstand genommen, so giebt es zum Schutze des Entwicklers gegen Frostgefahr kein anderes Mittel, als eine ausreichende Isolierung des Apparatraumes. Diese ist derart einzurichten, dafs selbst bei einer Aufsentemperatur, die bis auf — 30° C. fällt, das im Entwickler befindliche Wasser nicht unter 0° C. abkühlt. Dies wird erschwert durch folgenden Umstand: In den Polizeivorschriften sowohl, als auch in den mit dem Verbande deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften vereinbarten Vorsichtsbedingungen wird sehr mit Recht gefordert, dafs die Räume, in denen die Gasentwickelung stattfindet, hinreichend gelüftet sind. Die hierzu erforderlichen Entlüftungsrohre oder sonstigen Vorrichtungen zur Entlüftung müssen ins Freie führen. Die Entlüftungsrohre dürfen niemals, selbst nicht bei der strengsten Kälte,

[1]) Vergl. weiter unten.

verstopft werden. Daraus ergiebt sich, daſs eine dauernde Zirkulation mit der äuſseren Luft vorhanden ist, das heiſst also, daſs die Möglichkeit einer starken Abkühlung der Luft im Apparatraum und des Wassers in den Apparaten sehr nahe liegt. Von diesen Gesichtspunkten aus sind die Maſsregeln zur Sicherung gegen den Frost zu beurteilen.

Einen für deutsche Verhältnisse hinreichend sicheren Schutz des Apparatraumes kann man durch gute Isolierung trotz des Lüftungsrohres wohl erreichen. Das beste Mittel hierzu ist, die Anlage kellerartig herzustellen. Man baut dieselbe etwa zur Hälfte in die Erde ein. Einige Stufen führen zunächst zu einem Vorraum, der zur Aufbewahrung des Carbidvorrates und gleichzeitig zur Absonderung des eigentlichen Apparatraumes dient. Die Stufen sind soweit von der Thür des Auſsenraumes entfernt anzulegen, daſs letztere bequem nach auſsen aufschlagen kann.

Bei einer Höhe der Seitenwände von 2,10 m, die für alle kleineren Apparate, wie auch zum bequemen Arbeiten genügen dürfte, baut man etwa 1,10 m in den Boden ein. Der 1 m hohe, aus dem Erdboden hervorragende Teil des Häuschens wird in schräger Abflachung mit der ausgehobenen Erde beworfen, so daſs auf diese Weise das ganze Gebäude, abgesehen von dem in einen stumpfen Winkel zulaufenden Dache, völlig in Erde steht. Am besten wird ein Massivbau gewählt. Dann wird man jedoch mit Rücksicht auf den Erdboden mindestens $1^1/_2$ Steinstärke wählen müssen. Billiger und auch ausreichend wird man auf folgende Weise zum Ziele gelangen:

Nach Aushebung der Grube werden in einer Entfernung von je 70 cm voneinander Stiele (Pfähle) ungefähr 13 : 13 cm stark, unten zugespitzt, welche man in ihrer ganzen Länge, insbesondere aber am unteren Ende etwas angekohlt hat, $^1/_2$ m tief in die Erde eingerammt. Bei der angenommenen Höhe von 2,10 m müſsten dieselben also 2,60 m lang sein. Sie werden innen und auſsen mit Brettern beschlagen. Die äuſsere Bretterwand wird, um ein Anfaulen der Bretter zu verhüten, mit Dachpappe beschlagen, die noch einen Teeranstrich erhält. Nun wird der Teil der — entsprechend groſs ausgehobenen — Grube zwischen der äuſseren Bretterwand und dem übrigen Erdreich wieder mit Erde angefüllt und die überschüssige Erde später in oben beschriebener Weise gegen die über dem Erdboden stehenden Seitenwände geworfen.

Das Dach wird als Bohlendach gebaut. Man kann dazu Bohlen von etwa 18 cm Höhe und 5 cm Breite benutzen, welche hochkantig gelegt werden. Unten erhalten dieselben eine Schicht Bretter. Auf letztere wird Torfmull (nicht Torfstreu) in solcher Menge und Höhe geworfen, daſs die Zwischenräume zwischen den Bohlen vollständig ausgefüllt sind. Wo Torfmull nicht zur Verfügung steht, kann man auch die Ausfüllung mit Asche bewirken. Nun erhalten die Bohlen wieder eine Schicht Bretter, welche mit Dachpappe belegt werden. An

entsprechender Stelle zwischen zwei Bohlen wird die Ausfüllung mit Torfmull bezw. Asche unterlassen. Hier werden dicht schliefsende, nicht zu öffnende Doppelfenster von hinreichender Gröfse, um den ganzen Raum zu erhellen, angebracht. Eventuell kann man solche Fenster an zwei Stellen vorsehen. Hier ist auch die vorgeschriebene Aufsenbeleuchtung anzubringen. Der der Eingangsthür gegenüberliegende Teil des Giebels wird ebenso wie das Dach mit Doppelwandung und Zwischenfüllung hergestellt. Hier kann eine kleine Thür — gleichfalls mit Doppelwandung und Zwischenfüllung — vorgesehen werden, die im Winter noch mit Erde beworfen wird, im Sommer indessen zur Lüftung offen gehalten werden kann.

Das vorgeschriebene Entlüftungsrohr wird möglichst hoch über das Dach geführt. An der Stelle, an welcher es ins Freie tritt, wird über das Dach ein unten und oben offener Kasten gestülpt von etwa 1 m Länge und Breite, welcher unten der Form des Daches angepafst ist und $^1/_4$ m über das Dach hinausragt. Der Kasten wird so angebracht, dafs das Entlüftungsrohr gerade in seinem Mittelpunkte steht. Mit Eintritt des Winters wird nun dieser Kasten mit möglichst frischem, nicht zu strohreichem Mist, am besten eignet sich Pferdemist, angefüllt und über seine Wände hinaus schräg gegen das Entlüftungsrohr noch etwa $^1/_2$ m höher mit demselben Mist in möglichst fester Packung bedeckt, so dafs das Rohr etwa $^3/_4$ m hoch vom Mist eingehüllt ist. Selbstredend ist von vornherein die Lage des Entlüftungsrohres so zu wählen, dafs der Kasten von den Bohlen getragen wird, so dafs hinreichende Festigkeit vorhanden ist.

Derjenige Teil des Rohres, welcher während des Winters mit Mist umgeben werden soll, mufs aus Steingut (Thonrohr) hergestellt werden, da durch das bei der Gärung des Mistes sich bildende Ammoniak ein Blechrohr bald zerfressen sein könnte.

Ein so hergestelltes Apparathäuschen ist bei selbst lang andauernder Kälte frostsicher. Eine direkte Verbindung mit der Aufsenluft ist nur durch das Entlüftungsrohr gegeben. Allzu grofs wird der Luftaustausch nicht werden, da ein Eindringen von Aufsenluft an anderer Stelle fehlt und in irgendwie erheblicher Menge nur beim Öffnen der Thür zwecks Bedienung des Apparates in Frage kommt. Immerhin wird ein geringer Luftaustausch andauernd stattfinden. Die warme Luft aus dem Apparatraum steigt in dem Entlüftungsrohr in die Höhe und zwar in der Mitte. Gleichzeitig tritt aber durch dasselbe Rohr die kalte Luft ein und zwar streicht dieselbe an den Rohrwandungen entlang. Der Vorgang ist ganz derselbe, wie er sich in einem schlecht ziehenden Schornstein vollzieht. Der untere Teil des Entlüftungsrohres wird durch den Mist stets warm erhalten. Die an den Rohrwänden entlang streichende Luft erwärmt sich auf diese Weise hinreichend, ehe sie in den Apparatraum eintritt. Der Mist ist thun-

lichst alle zwei bis drei Wochen durch frischen zu ersetzen. Einen derartigen Wechsel nimmt man jedoch nur bei Tauwetter vor.

Die Lage des Gebäudes wird da, wo die Raumverhältnisse dies gestatten, zweckmäfsig so gewählt, dafs es nicht direkt von den rauhen Nordostwinden getroffen wird und das Dach möglichst so eingerichtet, dafs die Fenster im rechten Winkel von der Sonne beschienen werden.

Es ist nicht zu verkennen, dafs es in gewifs nicht nur vereinzelten Fällen schwer sein wird, ein den vorstehenden Anforderungen entsprechendes Apparathaus zu bauen, weil die Kosten oder der verfügbare Raum dies nicht gestatten. Der Kosten wegen wird dies da auf Schwierigkeiten stofsen, wo mit einem derartig hohen Grundwasserstande zu rechnen ist, dafs eine Abdichtung bei einem Eindringen von 1 m in den Erdboden nur durch Aufwendung unverhältnismäfsig hoher Mittel möglich sein wird.

Gelegentlich werden auch räumliche Verhältnisse hindernd im Wege stehen, da ein in die Erde eingebautes Apparathaus mehr Platz beansprucht wird, als ein oberirdisches, und zwar einerseits der Treppe, dann aber auch des empfohlenen Vorraumes wegen. Letzteren kann man vielleicht entbehren, dann aber wird man die mit der Eingangsthür am Fufse der Treppe versehene Wand doppelt mit einer isolierenden Luftschicht dazwischen oder noch besser mit Torfmull ausgefüllt zu errichten haben. Auf die Dichtung der Thür ist dann besondere Sorgfalt zu legen. Indessen kommt es auch vor, dafs selbst der Raum für die Treppe fehlt, dafs gerade eben Platz genug vorhanden ist für ein in seiner Ausdehnung auf das äufserst zulässige Mafs beschränktes Apparathaus.

In solchen Fällen wird man deshalb in der bislang meist üblichen Art ein oberirdisches Apparathaus bauen müssen. Dabei wird man oft noch in der Lage sein, auf einem verhältnismäfsig grofsen Areal den geeignetsten Platz aussuchen zu können, oft aber wird man an einen ganz bestimmten Raum, der noch dazu auf das äufserste auszunutzen ist, gebunden sein.

Es fragt sich nun, ob und mit welchen Hilfsmitteln es möglich sein wird, auch oberirdisch ein Gebäude einzurichten, welches kleineren Anlagen hinreichenden Frostschutz gewährt. Dies dürfte in der That möglich sein.

Gestatten es die räumlichen Verhältnisse, so wird man zunächst gut thun, von der Einrichtung eines nach allen Seiten hin freigelassenen Apparathauses abzusehen. Man wird dasselbe an ein schon bestehendes Gebäude, nötigenfalls unter Errichtung einer Brandmauer, möglichst so anlehnen, dafs es nach Nordosten hin geschützt liegt. Die drei anderen Seiten sind dann doppelwandig aufzuführen und mit Torfmull auszufüllen. Das Fenster ist als Doppelfenster möglichst an der Südseite einzurichten. Auf die Dichtung der Thür ist besondere Sorgfalt zu verwenden. Es empfiehlt sich, dieselbe aus zwei Lagen

Bretter herzustellen, zwischen welche man ebenfalls eine Schicht Torfmull bringt.

Ist man gezwungen, einen gegebenen Platz zu benutzen und das Gebäude von allen Seiten frei aufzuführen, so hat man natürlich auch die vierte Seite doppelwandig, aufserdem aber die nach Norden und Osten gerichteten Wände besonders stark zu wählen.

Bei Eintritt der kalten Jahreszeit fülle man dann den Gasbehälter und den Wäscher mit einem hinreichend konzentrierten sogenannten chemischen Frostschutzmittel[1]). Den Entwickler aber umwickele man, soweit es der Gebrauch zuläfst, mit geflochtenem und in Lehm getränktem Stroh[2]). Man wird dann sicher sein können, dafs selbst bei stärkstem Frostwetter irgendwelche Störung durch Einfrieren nicht erfolgen kann. Im Entwickler, der unter solchen Umständen allein in Gefahr kommen könnte, wird vermutlich überhaupt kein Eis gebildet werden, selbst nicht bei wirklich lange anhaltender grofser Kälte. Passiert es aber doch einmal aus irgend welchem Grunde, dafs sich im Laufe der Nacht eine dünne Eisschicht bildet, so ist dieselbe am nächsten Morgen leicht zu durchstofsen oder durch etwas heifses Wasser zum Auftauen zu bringen. Den Rändern etwa aufsitzende dünne Eisschichten verschwinden im Laufe des Tages während der Entwickelung infolge der dabei gebildeten Wärme sicher und bis zum Abend wird im Entwickler stets eine solche Temperatur vorhanden sein, welche, weit über 0° C. liegend, schon an sich für die folgende Nacht einen natürlichen Schutz bilden wird, der eine weitere Eisbildung, als die vorstehend beschriebene, unbedenkliche, auch in extremen Fällen verhindern wird, vorausgesetzt natürlich, dafs das Apparathaus den oben gestellten Anforderungen entspricht.

Bedenklich erscheint es jedoch, wie hier ausdrücklich hervorgehoben werden möge, sich mit der Isolierung eines zu ebener Erde gelegenen Raumes in vorstehender Weise zu begnügen, wenn der Apparat nicht während des ganzen Winters im regelmäfsigen Betriebe bleibt, wie z. B. in einsam gelegenen Wirtschaften, die sich nur Sonntags eines regen Besuches erfreuen und deshalb nur an diesem Tage mit Acetylen beleuchtet werden, so dafs der Apparat während der ganzen Woche unbenutzt dasteht.

Dafs überhaupt bei allen gröfseren Anlagen, sowie insbesondere bei Stadt- und Fabrikzentralen, stets eine Heizvorrichtung vorgesehen

---

[1]) Vergl. oben S. 352. — [2]) In den Vorsichtsbedingungen der Feuerversicherungs-Gesellschaften heifst es, dafs „der Apparatraum zur Lagerung brennbarer Gegenstände nicht benutzt werden darf". Streng genommen, ist das Umwickeln der Entwickler mit Stroh allerdings wohl nicht als eine „Lagerung von Stroh" anzusehen. Auf eine diesbezügliche Interpellation haben die Vertreter der deutschen Feuerversicherungs-Gesellschaften erklärt, gegen das Umwickeln der Entwickler mit Seilen oder Matten aus Stroh einen Einwand nicht erheben zu wollen, sofern dieselben vorher mit einer Lehmaufschwemmung getränkt würden.

werden mufs, wurde schon eingangs dieses Abschnittes hervorgehoben. Die unter 2 und 3 [1]) aufgezählten, hier beschriebenen Mittel bezw. Vorrichtungen sind nur für kleine Einzelanlagen zu empfehlen.

Man hat auch versucht, den Entwickler mit einem doppelwandigen Holzmantel zu umkleiden und den Raum zwischen den beiden Wandungen des letzteren mit einer schützenden Isoliermasse auszufüllen, im übrigen aber durch Aufstellung im Freien ohne Apparathaus auszukommen (Fig. 123). Es dürfte möglich sein, bei regelmäfsigem täglichem Betriebe den Apparat selbst auf diese Weise frostfrei zu halten. Dagegen wird dies bei den Nebenapparaten während einer anhaltend strengen Frostperiode auf Schwierigkeiten stofsen. Das Vorhandensein eines ordnungsmäfsigen Apparathauses ist aus sicherheitstechnischen Gründen für jede stationäre Acetylenanlage unerläfslich [2]). Deshalb wird z. B. auch in §. 5 der bayerischen Verordnung [3]) ein solches insofern indirekt gefordert, als darin „vollkommen frostfreie Apparaträume“ vorgeschrieben sind. Es mufs um so eindringlicher davor gewarnt werden, Apparate ohne Apparathaus aufzustellen, weil man mit Aufwand von viel Reklame versucht hat, dem Publikum den Glauben beizubringen, als könne auf diese Weise jede Explosionsgefahr vermieden werden. Dies ist natürlich nach dem vorstehend gesagten nicht zutreffend; im Gegenteil eine direkte Einhüllung des Apparates und seiner Zubehörteile wird niemals den weitgehenden Frostschutz gewähren können, wie ein ordnungsmäfsiges Apparathaus, und beim Auftauen nach Eintritt der Dunkelheit können hier wie da Explosionen erfolgen, wenn man sich mit offenem Licht dem dem Apparat etwa entströmenden Acetylengas nähert, da letzteres sich nicht etwa nach allen Richtungen hin sehr rasch mit der atmosphärischen Luft gleichmäfsig ver-


Fig. 123.



Frostschutz des Acetylenentwicklers der Gasindustrie Ulm.

---

[1]) S. 350. — [2]) Vergl. auch Ludwig, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 339. — [3]) Vergl. diese weiter unten.

mengt, sondern sich verhältnismäfsig längere Zeit einer innigen Durchmischung mit dieser widersetzt [1]).

Acetylenlicht.

Eigenschaften.

Unsere künstlichen Lichtquellen erzeugen im allgemeinen das Licht entweder durch Verbrennung kohlenstoffhaltiger Körper vermittelst des Sauerstoffes der Luft (leuchtende Flammen) oder durch Erhitzung nicht verbrennender fester Körper durch irgend eine Wärmequelle bis zum Glühen (Glühlicht). Acetylen kann in beiden Formen als Leuchtstoff angewendet werden. Es giebt bei direkter Verbrennung in passenden Brennern eine starke Leuchtflamme und kann auch, in Mischung mit Luft verbrannt, als Wärmequelle zur Erhitzung von Glühlichtkörpern verwendet werden.

Die relative Leuchtstärke des Acetylens, welche fast 15 mal gröfser ist als diejenige eines gleich grofsen Volumens Steinkohlengas, findet eine Erklärung, wenn man die Natur der Leuchtflammen an sich in Betracht zieht.

Über die Ursache des Leuchtens der Flammen sprach zunächst Humphry Davy [2]) die Ansicht aus, dafs sich durch Zersetzung der kohlenwasserstoffhaltigen Gase im Innern der Flamme, wo der Luftzutritt beschränkt ist, fein verteilter Kohlenstoff abscheide und zum Glühen erhitzt werde, ehe er weiterhin zur Verbrennung gelange. Diese Ansicht Davys wurde allgemein als richtig anerkannt und werden die meisten beobachteten Eigenschaften der Leuchtflammen auf diese Erscheinung [3]) zurückgeführt.

Über die Art und Weise, wie diese Abscheidung des Kohlenstoffes vor sich geht, herrschen verschiedene Ansichten.

Berthelot ist auf Grund seiner Arbeiten über das Verhalten der Kohlenwasserstoffe bei hohen Temperaturen [4]) zu der Ansicht gelangt, dafs in den leuchtenden Flammen fortschreitende Abspaltung von Wasserstoff stattfindet, so dafs immer wasserstoffärmere Produkte entstehen, darunter auch Acetylen, welches wiederum Wasserstoff abspaltet und Kondensationsprodukte bildet, die ihrerseits nunmehr unter Abscheidung von Kohlenstoff zerfallen. Berthelot nimmt demnach an,

---

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen". — [2]) Journ. of science and arts 1817 (2), 126; Philos. Transact. 45, 75. — [3]) Vergl. z. B. Heumann, Liebigs Ann. 181, 129; 182, 1; 183, 102; 184, 206; Roman, Journ. of chem. soc. ind. 179, 267; Sorel, Arch. phys. (2) 48. 231; 50, 243; Compt. rend. 78, 1299; 79, 35; Burch, Nature 31, 272; 35, 165; Stokes, Gaslight 1891, 1178; Smithells, Journ. of chem. Soc. 1892, 217 u. s. w. — [4]) Ann. chim. Phys. (4) 9, 413; 12, 1; 16, 143; (5) 10, 169, 184; Mecanique chimique, Paris 1879, II, 119; Compt. rend. 94, 916.

dafs sämtlicher in der Flamme sich abscheidender Kohlenstoff lediglich durch allmähliche Wasserstoffabspaltung und Kondensation der Reste entsteht, dafs sich aber kein Kohlenstoff durch Zerfall der in der Flamme befindlichen Kohlenwasserstoffe bildet.

Einen anderen Standpunkt vertritt Lewes[1]). Derselbe hat zunächst nachgewiesen, dafs verschiedene im Steinkohlengase enthaltene Kohlenwasserstoffe, wie Äthylen, Methan, bei den in der Flamme herrschenden Temperaturen Acetylen geben entsprechend den Gleichungen

$$3\,C_2H_4 = 2\,C_2H_2 + 2\,CH_4$$
$$2\,CH_4 = C_2H_2 + 3\,H_2$$

und dafs thatsächlich 81 Proz. der in einer Steinkohlengasflamme unter der oberen Grenze ihrer nicht leuchtenden Zone noch vorhandenen Kohlenwasserstoffe aus Acetylen bestehen. Lewes nimmt nun an, dafs dieses Acetylen bei der an dieser Stelle in der Flamme herrschenden, 1000° C. übersteigenden Temperatur in Kohlenstoff und Wasserstoff zerfällt und dafs der glühende Kohlenstoff die Leuchtwirkung der Flamme verursacht.

Welche von den hier erwähnten Ansichten die richtige ist, kann nicht entschieden werden; die in der Flamme sich abspielenden Reaktionen sind nicht nur an sich kompliziert, sondern auch im hohen Mafse abhängig von der Natur des Brenners, der Schnelligkeit der Gasausströmung u. s. w., so dafs wohl denkbar ist, dafs dieselben sowohl in dem von Berthelot angegebenen Sinne, als auch in der Art verlaufen, wie es Lewes annimmt. Zu dieser Anschauung mufs man auch kommen, wenn man bedenkt, dafs diese Reaktionen umkehrbar sind und sich vorübergehend die verschiedenartigsten Gleichgewichtszustände zwischen den Molekülen herstellen können. Ferner kommt der bisher noch wenig beachtete Einflufs der mit den Gasen in Berührung stehenden Oberflächen in Betracht, dessen Bedeutung zuerst von Victor Meyer bei seinen Versuchen über die Wasserbildung erkannt wurde[2]).

Wie verschieden auch die Ansichten von Berthelot und Lewes darüber sind, auf welche Art und Weise Kohlenstoff aus den Kohlenwasserstoffen des Leuchtgases entsteht, so sind doch beide Forscher darin einig, dafs in der Steinkohlengasflamme intermediär Acetylen gebildet wird. Die für das Leuchten der Flamme eines beliebigen Kohlenwasserstoffes geltende Theorie hat demnach auch volle Geltung für die Theorie des Leuchtens des Acetylens, und ist anzunehmen, dafs der Verbrennungsvorgang dieses Gases im Leuchtbrenner derart erfolgt,

---

[1]) Vergl. „Das Leuchten der Flamme", The Murdoch Memorial Lecture, Gaslight **1892**, 326; Journ. of chem. Soc. **1**, 322; Chem. News **66**, 99; Proc. Chem. Soc. **1892**, 47; Gaslight **63**, 329; **65**, 796; Transact. Chem. Soc. **1896**, 226; Proc. Roy. Soc. **57**, 394, 450. — [2]) Vergl. hierzu Smithells, Journ. of Chem. Soc. **1892**, 217; derselbe und Ingle, ebenda 204; Smithells, ebenda **1895**, 1094; Journ. f. Gasbel. **1896**, 219, 297; Haber, Experimentaluntersuchungen, München **1896**, 12; Stokes, Proc. Chem. Soc. **1892**, 22; Armstrong, ebenda 27.

dafs ein Teil des Acetylens unter Abspaltung von Wasserstoff schwere Kondensationsprodukte bildet, ein anderer Teil in seine Bestandteile, Kohlenstoff und Wasserstoff, zerfällt. Das Vorhandensein von Wasserstofflinien im Spektrum des Acetylens[1]) beweist in jedem Falle untrüglich, dafs die Zersetzung des Acetylens unter Abspaltung freien Wasserstoffes vor sich geht[2]).

Vergleicht man die Acetylenflamme mit den durch Verbrennen anderer kohlenstoffhaltiger Gase erhaltenen Leuchtflammen, so mufs man zunächst feststellen, dafs Acetylen eine viel höhere Leuchtenergie besitzt als alle übrigen in Betracht kommenden Gase. Nach Lewes giebt ein Braybrenner, welcher 5 Kubikfufs in der Stunde verbraucht, bei Anwendung von

Methan, CH_4	5,2 HK.
Äthan, C_2H_6	35,7 „
Propan, C_3H_8	56,7 „
Äthylen, C_2H_4	70,0 „
Acetylen, C_2H_2	210,0 „

Infolge dieser hohen Leuchtenergie ist auch der Wirkungswert des Acetylenlichtes ein ganz besonders grofser. Unter „Wirkungswert" oder „Wirkungsgrad" einer Flamme versteht man die das Licht liefernde Energie der Flamme geteilt durch die gesamte Strahlungsenergie, oder mit anderen Worten den für die Flächeneinheit erhaltenen Leuchtwert. Für Acetylen ist der Wirkungsgrad viel gröfser als für andere Beleuchtungsarten und nähert sich, wie festgestellt, demjenigen des Lichtflammenbogens, also einer Beleuchtungsart, bei der Kohlenstoff nicht nur erhitzt, sondern direkt verdampft wird. Folgende Tabelle[3]) zeigt die diesbezüglichen Verhältnisse.

Lichtquelle	Beobachter	Wirkungswert
Walratkerze	Thomsen	0,0210
Paraffinkerze	Rogers	0,0153
Moderatorlampe	Thomsen	0,0260
Leuchtgas	„	0,0197
„	Langley	0,0240
„ (Fledermausbrenner) . .	Rogers	0,0128
„ (Argandbrenner) . . .	„	0,0161
Petroleum	Nichols	0,0200
Glühlampe	Blattner	0,05—0,06
„	Merrit	0,0600
„	Abney und Festing	0,0550
Auerglühlicht	Stebbins	0,02—0,07

[1]) Vergl. „Physik des Acetylens", S. 152. — [2]) Vergl. auch Zerfallreaktionen in „Chemie des Acetylens", S. 194. — [3]) Vergl. Nichols, Journ. Franklin. Inst. 150, 356 und 152, 202.

Lichtquelle	Beobachter	Wirkungswert
Kalklicht (neu)	Cretore	0,1400
„ (alt)	„	0,0840
Acetylen	Stewart und Hoxie	0,1050
Flammenbogen	Tyndall	0,1040
„	Nakaw	0,1040
„	Marks	0,08—0,13
Magnesiumlicht	Rogers	0,1250
Geifslerröhren	Staub	0,3200

Zieht man nun einen Vergleich zwischen Acetylen und anderen Kohlenwasserstoffen als Beleuchtungsmaterial, so sieht man, dafs Acetylen gegenüber diesen Gasen einen erheblich höheren Gehalt an Kohlenstoff besitzt und ebenso eine höhere Verbrennungstemperatur; diese beiden Faktoren können zur Erklärung des hohen Leuchtwertes des Acetylens dienen, reichen jedoch dazu nicht vollkommen aus. Schon eine einfache Berechnung zeigt, dafs die thatsächliche Leuchtkraft des Acetylens eine höhere sein mufs als diejenige, welche lediglich als Wirkung des Kohlenstoffgehaltes und der theoretischen Verbrennungstemperatur anzunehmen wäre. Bezeichnet man die letztere mit t, mit p die Kohlenstoffmenge in Bezug auf ein Gewichtsteil Wasserstoff und mit L die Zahl der Normalkerzen, welche sich ergeben, wenn 5 engl. Kubikfufs in einer Stunde verbrennen, so findet man für

Kohlenwasserstoff	p	t^0 C.	L	$\frac{L}{t \cdot p}$
Methan, CH_4	3,0	2400	5,2	0,000722
Äthan, C_2H_6	4,0	2850	35,7	0,003131
Propan, C_3H_8	4,5	2853	56,7	0,004416
Äthylen, C_2H_4	6,0	2756	70,0	0,004242
Acetylen, C_2H_2	12,0	3200	210,0	0,005468[1]

Würde der Wert L lediglich von den Werten t und p abhängen, so müfste der Ausdruck $\frac{L}{t \cdot p}$ gleiche oder proportionale Werte ergeben. Dies ist aber nicht der Fall, vielmehr ist, wie ersichtlich, der Wert für Acetylen gröfser als derjenige für die anderen Kohlenwasserstoffe.

Dafs die gröfsere Menge der in der Flammeneinheit einer Acetylenflamme befindlichen Kohlenstoffteilchen einen Einflufs auf ihre Leuchtfähigkeit ausübt, ist, wenn man die Theorie der Leuchtflammen in Betracht zieht[2]), selbstverständlich, ebenso, dafs diese Anhäufung des

[1]) Ahrens, Metallcarbide, Stuttgart 1896, 28. — [2]) Vergl. unten Gesetz von Kirchhoff.

Kohlenstoffes den Wirkungsgrad der Flamme vergröfsern mufs. Jedoch dieses allein kann der Acetylenflamme nicht den hohen Leuchtwert verleihen. Wäre dies nämlich der Fall, so müfste das dem Acetylen gleich zusammengesetzte Benzol, C_6H_6, bei dem die Kohlenstoffmenge auf die Wasserstoffmenge bezogen ebenfalls 12,0 beträgt, eine gleiche Leuchtkraft geben wie Acetylen, was aber nicht zutrifft. Im Gegenteil, eine leuchtende Acetylenflamme wird sofort rufsend, wenn man derselben auch nur geringe Mengen Benzoldampf beimengt [1]).

Die hohe theoretische Verbrennungstemperatur des Acetylens ist allerdings ein Umstand, der als wichtig für die Erzeugung einer intensiven Flamme angesehen werden mufs. Nach dem Gesetz von Stephan ist die Gesamtstrahlung eines Körpers proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur, und Wien hat gefunden, dafs die maximale Energie im Normalspektrum einer Flamme, d. h. die Menge der sichtbaren und unsichtbaren Strahlen, proportional der fünften Potenz der absoluten Temperaturen fortschreitet [2]).

Entsprechend diesen Gesetzen ist eine Leuchtflamme um so heller, je höher ihre Temperatur ist, wobei angenommen wird, dafs in der Flamme ein Körper vorhanden ist, der zu leuchten vermag, denn nach dem Gesetz von Kirchhoff [3]) leuchten nur solche Körper, welche im stande sind, Strahlen zu absorbieren, und geben dieselben hierbei nur diejenigen Strahlen ab, welche sie aufzunehmen befähigt sind. Dies ist auch beim Acetylen der Fall. Der in der Flamme abgeschiedene Kohlenstoff ist schwarz, d. h. besitzt eine Farbe, die aus der Absorption sämtlicher Strahlenarten gebildet wird, demnach vermag er auch bei hoher Temperatur sämtliche Strahlen zu emittieren (abzugeben), d. h. weifses Licht zu liefern. Eine Bunsenblauflamme dagegen besteht aus einem glühenden Gase, welches keine Strahlen absorbiert, sie ist demnach auch, trotz der hohen Temperatur, farblos und nicht leuchtend.

Die theoretische Verbrennungstemperatur des Acetylens von 3200° C. bewirkt, dafs thatsächlich die Flamme des Acetylens sehr heifs ist, viel heifser als diejenige des Steinkohlengases. Zwar hat Lewes [4]) unter Benutzung eines Pyrometers von Le Chatellier gefunden, dafs in der dunkeln Zone einer Acetylenflamme eine Temperatur von 439° C., in dem Saum der leuchtenden Zone eine solche von 1411° C. und an ihrer Spitze von nur 1517° C. herrscht, dafs also die Flamme verhältnismäfsig nicht heifs ist, doch hat schon Smithells [5]) im Widerspruch hiermit nachgewiesen, dafs dünne Platinfäden in der Acetylenflamme schmelzen, dieselbe also zum Teil eine Temperatur von 1775° C. haben müsse.

---

[1]) Lewes, Dingl. Polyt. Journ. 309, 200. — [2]) Vergl. Lummer und Wien, Wiedemanns Ann. 56, 451. — [3]) Vergl. hierzu Pringsheim, Wiedemanns Ann. 45, 428; 51, 441. — [4]) Journ. of Gaslighting 1885, 802. — [5]) Journ. Chem. Soc. 1892, 217 bis 226.

Nichols[1]) hat nun durch besonders sorgfältige Versuche festgestellt, dafs die wahre Temperatur, welche in dem leuchtenden Teile einer Acetylenflamme herrscht, 1850 bis 1900° C. beträgt, so dafs thatsächlich die hohe Leuchtkraft des Acetylens in Übereinstimmung mit den Gesetzen von Kirchhoff und Stephan-Wien als eine Folge seines hohen Kohlenstoffgehaltes und der hohen Flammen- resp. Verbrennungstemperatur mit angesehen werden mufs.

Wie aber schon oben ausgeführt wurde (Beispiel des Benzols, der hohe Wert des Ausdruckes $\frac{L}{t.\ p.}$), können diese beiden Faktoren allein nicht mafsgebend sein für die grofse Leuchtkraft des Acetylens. Dieselbe findet ihre Erklärung in der endothermischen Natur dieses Gases. Wird Acetylen auf hohe Hitzegrade (über 800° C.) gebracht, so zerfällt es in Kohlenstoff und Wasserstoff. Hierbei wird aber eine bedeutende Wärmemenge frei, die, wie Lewes[2]) gefunden hat, den abgeschiedenen Kohlenstoff erhitzt und eine äufserst hohe Leuchtwirkung desselben hervorruft, wobei dieselbe an die explosionsartige Wärmeentwickelung bei dem Zerfall des Acetylens gebunden ist.

Diese Theorie des Leuchtens der Acetylenflamme hat um so mehr für sich, als thatsächlich wiederholt nachgewiesen ist, dafs ein Zerfall des Acetylens unter Aufleuchten stattfindet, und zwar bei Temperaturen, die an sich gar nicht ausreichen, um eine solche Leuchtwirkung hervorzubringen. So hat Erdmann[3]) festgestellt, dafs sich Acetylen unter Freiwerden von sehr viel Lichtenergie zersetzt, wenn man dasselbe im komprimierten Zustande bei Abwesenheit von Luftsauerstoff durch Knallquecksilber zur Explosion bringt. Haber und Oechelhäuser[4]) haben gefunden, dafs ein solches Aufleuchten eintritt, wenn man Acetylen mit geringen Mengen Luft (entsprechend dem Vorgange in der Flamme) auf 800 bis 1000° C. erhitzt, und ferner hat Sandmann[5]) beobachtet, dafs ein Zerfall des Acetylens durch Einwirkung von Tetrachlorkohlenstoff schon bei 300° C. nach der Gleichung

$$CCl_4 + 2\,C_2H_2 = 5\,C + 4\,HCl$$

ohne Explosion, jedoch unter glänzender Lichterscheinung vor sich geht.

Der endothermische Charakter des Acetylens, der seiner Verwendung als Leuchtstoff so mannigfache Schwierigkeiten bietet, ist mit die hauptsächlichste Ursache seines hohen Leuchtwertes und der hierdurch bewirkten Eigenart der Acetylenflamme.

Wie schon bei Besprechung des Kirchhoffschen Strahlengesetzes hervorgehoben wurde, strahlt Acetylen bei hoher Temperatur ein weifses Licht aus, welche Fähigkeit es dem Erglühen eines schwarzen Körpers,

---

[1]) The physical Review 10, 234. — [2]) Journ. of Gaslighting 1895, 796; Proc. Roy. Soc. 57, 455. — [3]) Chem. Ind. 22, 319. — [4]) „Experimental-Untersuchungen über Zersetzung und Verbrennung von Kohlenwasserstoffen", München 1896, 72, R. Oldenbourg. — [5]) Ztsch. f. ang. Chem. 15, 544.

des Kohlenstoffs, verdankt. Der Umstand, dafs es sich hierbei um einen physikalisch fast ganz schwarzen Körper handelt und ferner die hohe Erhitzung, dem derselbe unterworfen wird, bewirken, dafs die Acetylenflamme ein ungemein weifses Licht ausstrahlt, welches in seiner Zusammensetzung dem Sonnenlichte ähnelt. Diese Zusammensetzung ist auf spektrophotometrischem Wege durch Erdmann[1]) untersucht worden. Derselbe fand bei folgender Einstellung des benutzten Glanschen Photometers,

Wellenlänge	Skalenteile	Farbe
650 m μ [2])	87,2	rot
610	94,0	orange
590	100,0	gelb
550	114,0	grün
490	142,0	blau
470	155,4	violett

dafs sich Acetylen zu den gewöhnlichen Beleuchtungsarten resp. den als Mafseinheit dienenden Leuchtquellen, wie folgt, verhält:

Farbe	Acetylen	Hefnerlicht (Amylacetat)	Argandbrenner	Auerbrenner
			Steinkohlengas	
Rot	1,00	1,45	1,34	1,03
Orange	1,00	1,22	1,13	1,00
Gelb	1,00	1,00	1,00	1,00
Grün	1,00	0,87	0,93	0,86
Blau	1,00	0,72	1,27	0,92
Violett	1,00	0,77	1,35	1,73

während sich diese Lichtquellen, auf Amylacetat bezogen, verhalten wie:

Farbe	Acetylen	Hefnerlicht (Amylacetat)	Argandbrenner	Auerlicht
			Steinkohlengas	
Rot	0,69	1,00	0,92	0,71
Orange	0,82	1,00	0,93	0,82
Gelb	1,00	1,00	1,00	1,00
Grün	1,15	1,00	1,07	0,99
Blau	1,38	1,00	1,75	1,27
Violett	1,30	1,00	1,75	2,25

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 176. — [2]) m μ = Tausendstel mikra nach Bezeichnung von Erdmann, Lehrbuch der anorg. Chemie, Braunschweig, 3. Aufl., 118.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dafs die Acetylenflamme reicher ist an Strahlen mittlerer Brechbarkeit als die übrigen Leuchtquellen, und diese Eigenschaft des Acetylens bedingt, dafs das Unterscheidungsvermögen von Farben bei Acetylenlicht viel besser und gröfser ist als bei den anderen Lichtarten[1]). Wie Helmholtz[2]), König und Diterici[3]) u. a. gefunden haben, besitzen wir ein genaues Farbenunterscheidungsvermögen nur für diejenigen Lichtwellen, welche zwischen 610 und 470 mμ liegen und auch innerhalb dieser Grenzen giebt es noch Gebiete gröfserer und geringerer Empfindlichkeit. Je reicher demnach ein Licht an Strahlen dieser Wellenlängen ist und je einheitlicher diese Mengen sind, desto klarer treten bei Beleuchtung mit demselben die Farbenunterschiede hervor. Deshalb ist auch das Acetylenlicht allen anderen Beleuchtungsarten als Lichtquelle stets da überlegen, wo es sich um Erleuchtung von Räumen handelt, in denen Farbennuancen genau unterschieden werden sollen, wie z. B. in Färbereien, Druckereien, Gemäldesammlungen u. s. w.

Die Einheitlichkeit des Acetylenlichtes, und namentlich seine dem Sonnenlicht sich nähernde Zusammensetzung, welche sich aus der folgenden Tabelle ergiebt, läfst die Acetylenflamme als äufserst geeignet bei der Messung von Lichtquellen zur Benutzung als Vergleichslicht erscheinen[4]).

Spektralfarbe	Sonne	Elektrizität		Steinkohlengas		Acetylen	
		Bogenlampe	Glühlicht	Gewöhnliches	Auerlicht	rein	mit Luft
Rot	1,00	2,09	1,48	4,07	0,37	1,83	1,03
Gelb	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,02	1,02
Grün	1,00	0,99	0,62	0,47	4,30	0,76	0,71
Blau	1,00	0,87	0,91	1,27	0,74	1,94	1,46
Violett . . .	1,00	1,03	0,17	0,15	0,83	1,07	1,07

Der hohe Wirkungswert des Acetylens, von dem weiter oben die Rede war, äufsert sich darin, dafs die Acetylenflamme einen grofsen Glanz besitzt, der namentlich hervortritt, wenn man dieselbe mit anderen Lichtarten vergleicht. Diese Eigenschaft, verbunden mit derjenigen der einheitlichen spektrischen Zusammensetzung, läfst die besonders vorteilhafte Benutzung des Acetylens als Lichtquelle für Scheinwerfer, Projektionsapparate und für photographische Zwecke zu, während der relative Reichtum des Acetylenlichtes an Strahlen hoher Brechbarkeit für seine Verwendung als Signallicht spricht, namentlich für farbige (rote und grüne) Signale.

Für die Benutzung bei Scheinwerfern, Projektionsapparaten u. s. w.

[1]) H. Erdmann, Chem. Ind. 1898, 20. — [2]) Physiologische Optik. — [3]) Berliner Akademiebericht vom 29. Juli 1886. — [4]) Fery, Compt. rend. 126, 1192; Erdmann, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 313; Scheel, ebenda 3, 4.

hat Acetylen den grofsen Vorzug, dafs es eine konzentrierte Flamme repräsentiert, d. h. eine Lichtquelle, deren Energie auf eine ziemlich kleine Fläche zusammengedrängt ist. Der hierdurch erhaltene hohe Wirkungsgrad und Glanz der Flamme bewirkt eine möglichst vollkommene Reflexion und Dispersion der Strahlen im Spiegel resp. der Linse, da der gröfste Teil derselben sich in einem Brennpunkte vereinigt und keine Fokusfläche gebildet wird. Aus der auf S. 363 mitgeteilten Tabelle ersieht man, um wie viel besser sich Acetylenlicht gegenüber den anderen Beleuchtungsarten stellt.

Die Verwendung des Acetylenlichtes zur Beleuchtung von Leuchttürmen u. s. w. ist wohl, ebenfalls infolge des hohen Glanzes der Flamme, zu empfehlen, doch scheint es, als ob hierbei Lichtarten, wie Petroleum, Öllampen, überhaupt solche mit grofsem Reichtum an gelben Strahlen, den Vorzug verdienen.

Es ist eine bekannte Beobachtung, dafs bei auftretendem Nebel zuerst Beleuchtungsarten wie Bogenlicht, Gasglühlicht u. s. w. zu schwinden beginnen, sodann aber erst Gasflammen, Öllampen oder selbst Kerzen.

Den durch auftretenden Nebel verbundenen Strahlenverlust hat Lewes[1]) experimentell in folgender Weise festgestellt: Eine Glaszelle, welche 470 mm tief, 470 mm hoch und 470 mm breit war, wurde mit einer klaren Lösung von unterschwefligsaurem Natrium (0,175 g auf 1 Liter) gefüllt. Die zu untersuchende Flamme wurde derart photometriert, dafs zwischen Photometer und Lichtquelle diese Zelle eingeschaltet wurde. Nunmehr wurden der Flüssigkeit 0,5 g Salzsäure auf 1 Liter zugefügt; es erfolgte eine Abscheidung von Schwefel in Form eines überaus feinen Niederschlages, welcher in der Schwebe verblieb, so dafs die Flüssigkeit wie mit einem Nebel gefüllt aussah. Nunmehr wurde wieder photometriert, wobei folgende Verluste an Leuchtkraft festgestellt wurden:

Steinkohlengasflamme	11,1	Proz.
Ölgas	11,5	„
Acetylen	14,7	„
Gasglühlicht	20,8	„
Elektrisches Bogenlicht	26,2	„

Es verliert demnach Acetylenlicht hierbei 32 Proz., Gasglühlicht aber 87,3 Proz. mehr als gewöhnliches Steinkohlengas.

Caro[2]) hat diese Versuche derart wiederholt, dafs er die Zelle mit einer Zinksulfatlösung (3 g auf 1 Liter) füllte, der nachher Schwefelwasserstoff zugesetzt wurde. Er erhielt hierbei folgende Verlustzahlen:

Petroleum (Rundbrenner)	8,9	Proz.
Steinkohlengas	10,6	„
Acetylen	10,9	„
Gasglühlicht	28,3	„

[1]) Handbuch 1900, 575. — [2]) Originalmitteilung.

Es scheint deshalb, dafs die Art des Nebels einen grofsen Einflufs auf die Strahlungsverluste ausübt.

Wenn also für Beleuchtung von Leuchttürmen u. s. w. das Acetylenlicht dem Petroleum etwas zurücksteht, so besitzt es demselben gegenüber eine grofse Überlegenheit, sobald es sich um Anwendung farbiger Signale handelt.

Hierbei fällt nicht nur der Umstand ins Gewicht, dafs Acetylen erheblich heller ist als Petroleum u. s. w. und deshalb die üblichen Signallaternen bei gleicher Flammengröfse intensiver erleuchtet werden können, sondern ferner noch derjenige, dafs bei Verwendung farbiger Signale es sich auch darum handelt, dafs nicht nur das Signal, sondern auch dessen Farbe gesehen und erkannt wird. Um dieses zu erreichen, werden für gewöhnlich als Signalfarben die komplementären Farben Rot und Grün verwendet. Nun haben Behörden, welche viel mit solchen Signallichtern zu thun haben, oft damit zu kämpfen, dafs die Beobachtenden, infolge Übermüdung, durch Wirkung von Alkohol u. s. w., plötzlich und temporär farbenblind werden und ihnen dann das Unterscheidungsvermögen für diese Farben verloren geht.

Bekanntlich besteht das Phänomen der Farbenblindheit darin, dafs die damit behafteten Kranken nur zwei Farben als solche erkennen, das sind Gelb und Blau, und zwar erscheinen ihnen alle diejenigen Farben, die im Spektrum bis zur blau-grünen Zone liegen, als gelb, alle dahinter liegenden als blau. Die einzelnen Farben eines jeden solchen Spektrumabschnittes, also Rot, Orange, Gelb, Grün in dem einen und Grünblau Blau, Violett in dem anderen erscheinen ihnen als verschiedene hellere und dunklere Nuancen dieser Hauptfarben (Gelb und Blau). Der Farbenblinde wird deshalb Signale desto besser unterscheiden, je mehr sie sich in ihrer Farbe dem extremen Rot oder Blau nähern, und desto schlechter, je mehr sie als Orange oder Grün der gelben Linie entsprechen. Ein reines Rot und ein reines Blau erscheint dem Farbenblinden als ein tiefes Gelb und ein tiefes Blau: die Unterscheidung ist leicht und eine Verwechselung ausgeschlossen: ein gelbes Rot und ein helles (gelbliches) Grün erscheinen aber dem Farbenblinden als nur wenig verschiedene Schattierungen von Gelb: eine Unterscheidung ist deshalb nur schwer möglich. Die Bestrebungen im Signalwesen gehen nun darauf hin, dasselbe so zu gestalten, dafs die Sicherheit des Dienstes gewährleistet wird, auch wenn bei den Angestellten Erscheinung von Farbenblindheit auftritt, und dieses Ziel kann am besten erreicht werden, wenn die roten Signallichter rein rot, die grünen aber möglichst blau sind oder überhaupt durch blaue ersetzt werden. Bei Anwendung von gelben Lichtquellen, wie Petroleum, Öl, Steinkohlengas u. s. w., ist die Anwendung rein roter Gläser wohl möglich, nicht aber diejenige grünblauer, denn diese Lichtquellen sind reich an roten und gelben Strahlen, dagegen sehr arm an blauen. Bei Anwendung grün-blauer Gläser tritt eine so starke Verdunkelung ein, dafs die Signale schon auf ganz kurze

Strecken unsichtbar werden und müssen deshalb die Gläser hellgrün genommen werden, und zwar desto gelber, je gelber die Flamme selbst ist. Bei solchen Lichtquellen ist deshalb stets die Gefahr vorhanden, dafs bei eintretender Farbenblindheit des Beobachtenden, ja auch bei Nebel u. s. w. eine Verwechselung der in einem und demselben Spektrumabschnitte liegenden Signalfarben (Rot und Gelb-grün) vorkommen kann.

Das Acetylenlicht ist im Gegensatz zu diesen Flammen reich an blauen Strahlen, es gestattet deshalb die Verwendung nicht nur blaugrüner, sondern auch blauer Signalgläser und können mithin bei Anwendung des Acetylens als Signallicht viele Gefahren des Betriebes abgewendet werden [1]).

Die spektrische Zusammensetzung des Acetylenlichtes, dessen Ähnlichkeit mit dem Sonnenlichte, welche sich auch darin äufsert, dafs das Spektrum ausgedehnte ultra-rote und ultra-violette Regionen besitzt, bewirkt, dafs dasselbe reich an chemisch wirksamen Strahlen und deshalb auch für photographische Zwecke sehr geeignet ist. Nach Untersuchungen von Walmsey [2]) beträgt die zur vollkommenen Belichtung der sorgfältig in gleicher Weise vorbereiteten Platten nötige Zeit:

bei direktem Sonnenlicht	1	Sek.
„ Acetylen	3	„
„ diffusem, im Spiegel reflektiertem Tageslicht	12	„
„ Gasglühlicht	24	„
„ Ölgas	240	„

Erzeugung des Acetylenlichtes.

Die oben geschilderten physikalischen Eigenschaften des Acetylenlichtes äufsern sich aber nur dann, wenn dasselbe von einer reinen, voll entwickelten Flamme ausgesandt wird, deren Erzielung, entsprechend der chemischen Natur des Gases, Schwierigkeiten begegnet. Die Verwendung des Acetylens als Leuchtstoff kann nicht ohne weiteres mit der analogen Benutzung der bekannten Gasarten, Steinkohlengas, Ölgas u. s. w. verglichen werden. Das Acetylen besitzt Eigenschaften, welche eine eigenartige Behandlung des Gases verlangen, will man eine wirklich gut und dauernd leuchtende Flamme erzielen.

Zunächst ist es der grofse Kohlenstoffreichtum des Gases, welcher in dieser Hinsicht störend wirkt. Acetylen enthält 92,31 Proz. Kohlenstoff und 7,69 Proz. Wasserstoff und ist das kohlenstoffreichste Gas, welches für Leuchtzwecke Anwendung findet. Einerseits ist dieser Kohlenstoffreichtum ein grofser Vorzug des Acetylens, denn er bewirkt, wie bereits erwähnt wurde, dessen hohe Leuchtkraft und verleiht der Flamme den

[1]) Vergl. Caro, Polytechn. Centralblatt 62, 15. — [2]) Ztsch. f. Photogr. 1899, 64.

hohen Glanz. Andererseits bietet er aber eine grofse Schwierigkeit in der technischen Verwendung dieses Gases.

Um vermittelst eines Kohlenwasserstoffes rationell eine Leuchtflamme zu erhalten, ist es zunächst notwendig, dafs dem Gase schon im Bereiche der Flamme eine gewisse Menge Sauerstoff (primär) dargeboten wird, welche es ermöglicht, einen Teil des Gases zu verbrennen, wobei die erzielte Temperatur zur Abscheidung des Kohlenstoffes und Versetzen desselben in Glühzustand benutzt wird. Sodann mufs auch dafür Sorge getragen werden, dafs für die glühenden Kohlenstoffteilchen stets so viel Sauerstoff (sekundär) verfügbar ist, dafs deren vollständige Verbrennung erfolgen kann.

Ist die Menge des primären Sauerstoffes eine zu geringe, so wird eine für das Leuchten ungenügende Temperatur der Flamme erreicht, ein Teil des Gases entweicht unverbrannt, ein anderer verbrennt ohne zu glühen. Aufserdem tritt hier, wie auch bei Mangel an sekundärem Sauerstoff, der Übelstand ein, dafs der ausgeschiedene Kohlenstoff nicht verbrennt, sondern unverbrannt aus dem Bereiche der Flamme entweicht, d. h. die Flamme rufst.

Beim Acetylen bewirkt eine solche unvollkommene Verbrennung die Erscheinung, dafs ein Teil des Acetylens nicht Kohlenstoff abgiebt, sondern lediglich schwer verbrennbare Polymerisationsprodukte bildet, welche in Form von Teerdampf aus der Flamme entweichen und deren Helligkeit beeinträchtigen.

Eine vollkommene Acetylen-Leuchtflamme kann man daher nur dann erzielen, wenn man für eine genügende Zufuhr von Luft sorgt, wobei deren Menge jedoch nicht allzu grofs sein darf, da sonst, bei Überschufs von Primär-Sauerstoff, eine zu intensive Verbrennung erfolgt, d. h. das Gas verbrennt, ohne zunächst Kohlenstoff abzuscheiden, während bei Überschufs von Sekundär-Luft eine unerwünschte Abkühlung der Flammenoberfläche stattfindet.

Immerhin mufs die Luftzuführung eine intensivere und die Luftmischung eine innigere sein, als bei Anwendung anderer Kohlenwasserstoffe, da dies durch den Kohlenstoffreichtum des Gases bedingt wird.

Man kann deshalb für Beleuchtung mit Acetylen nicht die gewöhnlichen Steinkohlen- oder Ölgasbrenner verwenden, da hierbei ein starkes Rufsen stattfindet. Es müssen besondere Wege geschaffen werden, welche gestatten, eine genügende Luftmischung zu erreichen.

Allgemein erreicht man dies, wenn man Acetylen unter einem relativ hohen Drucke aus der Brenneröffnung austreten läfst. Der ausfliefsende Gasstrom wirkt injektorartig auf die umgebende Luft ein, mengt sich mit derselben und wird dadurch eine intensive Mischung und Verbrennung erreicht.

Dieses Mittel wird bei Beleuchtung mit Acetylen fast ausnahmslos angewendet, da das Acetylen gewöhnlich bei einem Drucke von 60 bis 120 mm, je nach Art des Brenners, verbrannt wird. Hierdurch wird

aber für gewöhnlich nur die Beigabe einer entsprechenden Menge Primär-Luft erreicht, nicht aber diejenige von Sekundär-Luft.

Um ein gutes rufsfreies Brennen der Acetylenflamme zu erreichen, mufs zur Oberfläche der Flamme stets eine genügende Luftzufuhr stattfinden.

Einer der hierbei angewendeten Wege besteht darin, dafs man das Gas aus sehr engen Öffnungen ausströmen läfst.

Die Art dieser Öffnungen ist eine verschiedene: man wendet entweder kreisrunde, feine Öffnungen an und erzielt dadurch einen dünnen leuchtenden Gasstrahl (Strahlenbrenner), oder man läfst das Gas aus feinen Schlitzen ausströmen (Schnittbrenner) und erreicht dadurch, dafs die Flamme die Form einer dünnen Fläche annimmt.

In vollendeter Weise erzielt man diesen Effekt, wenn das Gas aus zwei feinen, zu einander geneigten Kanälen ausfliefst. Die entweichenden Gasströme stofsen aufeinander und bilden eine zur gemeinsamen Schnittebene der beiden Bohrungen senkrecht stehende Flammenebene, welche naturgemäfs nur einen sehr geringen Durchmesser besitzt und deshalb eine volle Einwirkung des Luftsauerstoffes gestattet (Schmetterlingsbrenner).

Die Verwendung feiner Öffnungen bei diesen Arten von Brennern und die Anwendung hohen Druckes bewirkt, dafs thatsächlich ein vollkommen rufsfreies Brennen des Acetylens erreicht wird, und je nach Konstruktion auch recht gute Lichtausbeuten. Dennoch haben alle diese Brenner für reines Acetylen nur eine beschränkte Anwendung gefunden und beruht dies auf der Erscheinung, dafs das Acetylen leicht Polymerisationsprodukte bildet.

Wie schon weiter oben bemerkt wurde, ist die Verbrennungswärme des Acetylens eine sehr grofse und bewirkt dies, dafs die Brennerköpfe sich bei Anwendung desselben stark erhitzen. Das ausströmende Gas durchstreicht die überhitzten Brennerteile und erleidet hierbei alle diejenigen Veränderungen, welche hohe Wärmegrade auf Acetylen ausüben, d. h. es tritt eine der Durchgangsgeschwindigkeit entsprechende Polymerisation ein. Es bildet sich Teer, welcher einerseits die Ausströmöffnungen verstopft, andererseits aber auch der Flamme Dämpfe beimengt, die deren Leuchtkraft stark herabmindern, indem sie eine ähnliche Wirkung ausüben wie reiner Benzoldampf[1]). Die Flamme wird dunkel und rufsend. Diese Überhitzung der Brennerköpfe und Verrufsung der Flamme findet bei Brennern dieser Art je nach Konstruktion, früher oder später statt, manchmal schon nach ganz kurzem Gebrauche von ein bis drei Stunden.

Um diesem Übelstande abzuhelfen, wurde eine ganze Reihe von Brennerausführungen versucht, doch erwies sich, dafs man die günstigsten Erfolge erzielte, wenn man einerseits die Zersetzungstemperatur des

---

[1]) Vergl. S. 365.

Acetylens erhöht, andererseits eine Kühlung des Brenners bewirkt. Um dies zu erreichen, wird dem Acetylengase vor dem Verbrennen ein indifferentes Gas, für gewöhnlich Luft, beigemengt und dadurch gleichzeitig bewirkt, daſs eine innigere Durchmischung des Acetylens mit der Luft stattfindet als bei gewöhnlicher Anordnung der Brenner. Natürlicherweise wird, um Explosionen zu vermeiden, diese Luftbeimengung kurz vor dem Verbrennen, d. h. im Brenner selbst, vorgenommen, wenn auch Versuche gemacht sind, eine solche Luftbeimengung schon am Erzeugungsorte des Acetylens auszuführen, wobei anstatt Luft auch andere Gase: Kohlensäure, Stickstoff, Wasserstoff u. s. w., Anwendung gefunden haben.

Die Acetylenflammenbeleuchtung wird, wie erwähnt, ausgeführt durch:

a) reines Acetylen;
b) Acetylen, welches mit Luft gemischt wird;
c) Acetylen, welches mit anderen indifferenten Gasen gemischt ist.

Als Brenner für alle drei Sorten kommen in Betracht:

1. Strahlen-(Loch-)Brenner;
2. Schnittbrenner;
3. Schmetterlingsbrenner.

Durch eine geeignete Kombination des zur Verbrennung gelangenden Acetylens und der Brennerart wird in der Praxis eine vollkommene und dauernde Beleuchtung erreicht, wenn man noch darauf Acht giebt, daſs das zur Verbrennung gelangende Acetylen rein und möglichst frei von Beimengungen ist. Weiter oben wurde bereits in den Abschnitten „Zusammensetzung und Eigenschaften des technischen Carbides“ [1]) und „Verunreinigungen des technischen Acetylens“ [2]) erwähnt, welchen nachteiligen Einfluſs Beimengungen des Acetylens auf die Verwendung desselben als Beleuchtungsmaterial ausüben. Schwefel bildet beim Verbrennen Schwefelsäure, welche die Luft verdirbt und die Metallteile des Brenners zerstört. Phosphor giebt Phosphorsäure, welche nicht nur denselben ungünstigen Einfluſs ausübt wie Schwefelsäure, sondern auch in Form eines dicken, bläulichweiſsen Nebels die mit Acetylen beleuchteten Räume erfüllt, eine Eigenschaft, welche sie mit der durch Verbrennung der Siliciumverbindungen entstehenden Kieselsäure teilt. Ammoniak giebt Salpetersäure, die ebenfalls die Brennerfassungen zerstört u. s. w.

Wenn schon aus diesen Gründen eine sorgsame Reinigung des technischen Acetylens geboten erscheint, so ist dies auch aus dem Grunde nötig, weil diese Verunreinigungen vorzügliche Teerbildner sind, d. h. bei nur einigermaſsen erhöhter Temperatur des Brenners zur Entstehung von Teer und deshalb auch zur Verstopfung der Brenner, Verrussung der Flamme u. s. w. Anlaſs geben.

---

[1]) S. 50 bis 68. — [2]) S. 225 bis 239.

Natürlicherweise darf die angewendete Reinigung dem Gase auch keine neuen Elemente beifügen, wie z. B. Chlor oder dergleichen, weil alle solche Verunreinigungen, auch wenn sie keine schädlichen Verbrennungsprodukte geben, Teer zu bilden vermögen, wenn sie in chemische Reaktion mit Acetylen eintreten können.

Brenner für reines Acetylen.

Strahlen-(Loch-)Brenner.

Die Strahlen- oder Lochbrenner bestehen aus einem Brennerköpfchen mit einer eingebohrten feinen Brenneröffnung. Als Material des Brennerkopfes wird vornehmlich hier wie auch bei den übrigen Acetylenbrennern Speckstein angewendet, welcher in besonderer Weise geformt und gebrannt, sodann mit den nötigen Bohrungen versehen wird. Lochbrenner aus Metall haben keine Anwendung gefunden, weil dessen grofses Wärmeleitungsvermögen eine starke Überhitzung des Brennerkopfes und auch vorzeitiges Verrufsen hervorruft. Von anderen nichtleitenden Materialien sind, wenn auch in geringem Umfange, besonders stark gebrannte keramische Massen und Edelsteine (Granate u. s. w.) verwendet worden. Die Konstruktion des Einlochbrenners übt einen grofsen Einflufs auf dessen Lichtergiebigkeit aus. Ist die Öffnung fein, jedoch nicht so dünn, dafs eine übermäfsige Abkühlung der Flammenoberfläche stattfinden kann, so erhält man recht günstige Resultate, namentlich wenn man in Betracht zieht, dafs es sich bei Lochbrennern stets um solche mit kleinen Konsumen handelt und diese, wie später gezeigt wird, stets schlechtere Lichtausbeuten geben als Brenner mit grofsen Konsumen.

Einige Messungen von Lochbrennern seien hier angeführt:

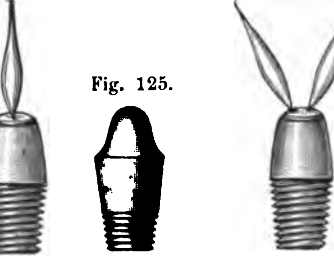
Brennersorte	Herkunft	Gasdruck in mm	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK. parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK. und Stunde
Einlochbrenner[1])	Paris	60	6,5	5,5	1,190
		70	7,0	7,0	1,000
		80	9,75	7,5	1,300
Einlochbrenner A[1])	Deutschland	60	6	6,5	0,925
		70	7,5	7,5	1,030
		80	8,5	8,5	1,000
Einlochbrenner B[1])	Deutschland	60	3	1,5	2,000
		70	3,25	1,6	2,031
		80	4	1,75	2,286
		90	5	2,50	2,000

[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungstechn. 1898, 23.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck in mm	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK. parallel / senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK. und Stunde
Einlochbrenner[1]) Fig. 124	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	8,5	10,0	0,85
		100	10,00	11,2	0,88
		120	11,00	12,8	0,85
Einlochbrenner[1]) Fig. 125	v. Schwarz, Nürnberg	80	6,5	5,2	0,80
		100	8,0	6,0	0,75
		120	10,0	7,5	0,75

Wie ersichtlich, steigt der Effekt dieser Brenner mit dem angewendeten Drucke und die Ergiebigkeit der einzelnen Brenner mit dem Ausströmungskoeffizienten. Diese Erhöhung der Ergiebigkeit kann aber nur bis zu einer gewissen Grenze getrieben werden, weil bei zu grofsem Konsum resp. zu hohen Drucken der Flammenstrahl zu grofs wird und dann rufsende Spitzen erhält. Um nun Strahlenbrenner mit gröfseren Konsumen herzustellen, verfährt man in der Weise, dafs man einen Brennerkopf mit mehreren Brenneröffnungen versieht und auf diese Weise Gruppen-Strahlenbrenner erhält, so Zweilochbrenner (Fig. 126), Dreilochbrenner (Fig. 127), Vierlochbrenner (Fig. 128), Fünflochbrenner (Fig. 129) und endlich verschiedene Gruppen-Strahlenbrenner (Fig. 130 und 131). Diese Gruppen - Strahlenbrenner zeigen naturgemäfs keine bessere Lichtökonomie als die Einlochbrenner, denn dadurch, dafs mehrere einzelne Flammenstrahlen kombiniert werden, wird nur die Gesamthelligkeit des Brenners vergröfsert, nicht dagegen seine Lichtergiebigkeit pro Liter des verbrauchten Gases.

Fig. 124. Fig. 125. Fig. 126.



Einlochbrenner. Zweilochbrenner.

Fig. 127. Fig. 128. Fig. 129.

Dreilochbrenner. Vierlochbrenner. Fünflochbrenner.

Der Fortschritt, den die Brennerindustrie speciell dank den Be-

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck in mm	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK. parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK. senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK. und Stunde
Zweilochbrenner[1])	Deutschland	60	5,75	2,00		2,875
		70	7,00	2,75		2,545
		80	8,75	4,50		1,944
		90	10,50	7,25		1,310
Zweilochbrenner[2])	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	10,50	10,40	9,60	1,050
		100	12,50	13,20	12,00	0,990
		120	14,00	15,20	13,00	0,990
Dreilochbrenner[1])	Deutschland	60	9,00	4,25		2,118
		70	9,00	4,50		2,000
		80	11,00	6,25		1,760
		90	13,00	7,50		1,733
Dreilochbrenner[2])	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	19,00	19,20		0,990
		100	21,75	23,20		0,920
		120	25,00	28,80		0,870
Vierlochbrenner[1])	Deutschland	60	10,00	4,50		2,222
		70	11,50	5,00		2,300
		80	14,75	8,00		1,844
		90	15,00	10,00		1,500
Vierlochbrenner[2])	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	22,50	21,60	20,00	1,800
		100	26,50	28,00	27,20	1,170
		120	31,00	34,40	32,80	0,920
Fünflochbrenner[1])	Deutschland	60	13,00	6,5		2,000
		70	15,00	7,5		2,000
		80	17,00	10,0		1,700
		90	20,00	13,0		1,539
Fünflochbrenner[2])	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	30,00	33,33		1,01
		100	32,00	34,40		0,96
		120	35,50	36,72		0,93

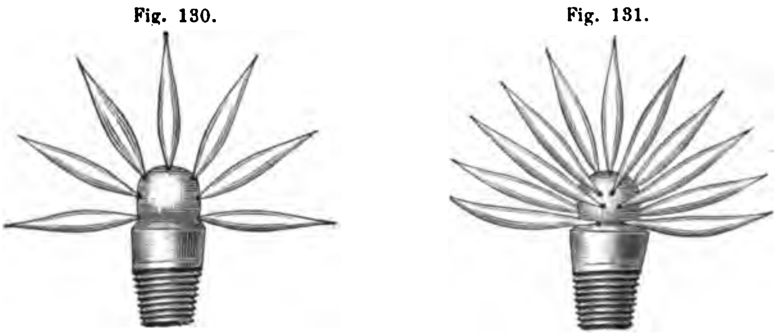
mühungen der Nürnberger Firmen v. Schwarz und Stadelmann & Co. genommen hat, ist aus den Messungen von Wolff und Caro ersichtlich, von denen die ersteren sich auf im Jahre 1897 hergestellte, die anderen auf neue Brenner beziehen.

Andererseits ist auch ersichtlich, dafs mit Anhäufung der einzelnen Strahlen nicht nur keine Verbesserung, sondern im Gegenteil eine gewisse Verschlechterung der Ökonomie, d. h. eine Vergröfserung des Gaskonsums pro Hefnerkerze und Stunde stattfindet. Bei Gruppen-Strahlenbrennern kommt es nämlich darauf an, dafs einmal zwischen den einzelnen Strahlen eine vollkommene Luftzirkulation stattfindet,

[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungstechn. 1898, 23. — [2]) Caro, Originalmitteilung.

die eine vollständige Verbrennung aller Kohlenstoffteilchen gestattet, sodann, dafs eine Verdeckung der einzelnen Flammenstrahlen möglichst vermieden wird, weil das brennende Acetylen für Licht wenig durch-

Fig. 130. Fig. 131.



Gruppen-Strahlenbrenner.

lässig ist und deshalb die gemeinsame Lichtintensität sich verdeckender Acetylenflammen geringer ist als die thatsächliche Lichtsumme.

Die Anordnung der Einzelstrahlen bei Brennern derart, dafs ein innerer und ein äufserer Kranz gebildet wird, wie z. B. bei Brenner

Fig. 132.

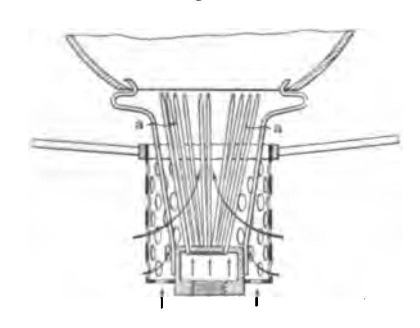


Pilzbrenner.

Fig. 131, bei den sogenannten Pilzbrennern, bei denen der Brennerkopf eine Art von Pilz bildet (Fig. 132), oder bei Röhrchenbrennern, wie dem bekannten Schülkebrenner[1]) (Fig. 133) ist deshalb wegen mangelnder Lichtergiebigkeit keinesfalls zu empfehlen, wenn auch bei diesen Brennern eine genügende Luftzirkulation stattfindet.

Noch ungünstiger stellen sich Gruppen-Strahlenbrenner, bei denen die Austrittsöffnungen an beiden Seiten

Fig. 133.



Schülkebrenner.

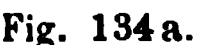
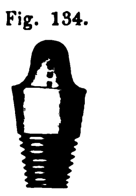


Fig. 134a.

Fig. 134.





Gruppen-Strahlenbrenner.

eines langgestreckten Köpfchens (Fig. 134) oder kreisförmig in einer horizontalen Ebene (Fig. 134a) angeordnet sind. Denn hierbei findet nicht nur eine gegenseitige Verdeckung und auch eine Verdeckung der Strahlen durch das

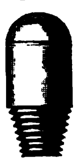
[1]) D. R.-P. Nr. 93693 von Paul Abraham.

Specksteinköpfchen statt, sondern auch eine gegenseitige Beeinflussung derselben derart, dafs die freie Luftzirkulation unterbrochen und ein Rufsen eintritt.

Die Flammenstrahlen bei Brenner Fig. 134 bilden nur einen sehr kurzen Weg wirkliche Strahlen, in einer geringen Entfernung vom Brennerkopf ändern sie ihre Richtung nach oben und vereinigen sich hier zu einem Flammenbüschel, der eine jede Luftzirkulation verhindert. Noch mehr findet diese Erscheinung bei den Brennern Fig. 134 a, wo eine freie Flammenentwickelung überhaupt nicht erfolgt, statt. Dazu kommt noch, dafs bei solchen Anordnungen die seitlich hervortretenden Flammenspitzen das Brennerköpfchen stark erhitzen und deshalb eine Verrufsung der Brenner fast augenblicklich erfolgt.

Alle diese Übelstände werden behoben, wenn man die Flammen nach einem bereits im Jahre 1896 gemachten Vorschlage von Raup derart anordnet, dafs die Flammenspitzen der einzelnen Strahlen stets weiter auseinander stehen als die Flammenwurzeln, d. h. die Ausströmöffnungen halbkreisförmig in einer vertikalen Ebene angeordnet sind (Fig. 135). Hierbei findet eine gegenseitige Verdeckung der einzelnen Flammenstrahlen nur in einer Richtung statt, im Gegensatz zu anderen Gruppen-Strahlenbrennern, wo diese Verdeckung in mehreren Richtungen oder durch den Brennerkörper selbst erfolgt, ferner erfolgt eine so ausgiebige Luftzirkulation zwischen den einzelnen Strahlen, dafs die Flamme zu voller Entwickelung gelangt, der Brennerkopf kühl bleibt und so eine Verrufsung nur nach relativ langer Brenndauer eintritt.

Fig. 135.



Raupscher Brenner.

Die Brenner Fig. 134, 134a und 135 waren speciell zu Versuchszwecken hergestellt von J. v. Schwarz in Nürnberg. Sie wiesen alle eine gleiche Anzahl Bohrungen und gleichen Konsum auf. Die Prüfung ergab folgende Resultate [1]):

Brenner Fig. 135 zeigte bei einem Drucke von 60 bis 120 mm eine volle Form, die Strahlen gingen in ihrem ganzen Verlauf stets radial auseinander, der Brenner brannte rufsfrei, ohne zu zucken.

Brenner Fig. 134 zeigte bis zu einem Druck von 110 mm keine geformte Flamme. Die einzelnen Flammenstrahlen vereinigten sich zu einem Flammenbüschel, welcher rufsige Spitzen aufwies. Erst bei über 110 mm erfolgte eine teilweise Flammenformung.

Bei allen Drucken war aber die Erscheinung bemerkbar, dafs das Brennerköpfchen nach kurzer Zeit anfing zu glühen.

Brenner Fig. 134a zeigte bei allen Drucken folgende Erscheinung:

Die einzelnen Flammenstrahlen verliefen zuerst horizontal und

[1]) Caro, Originalmitteilung.

krümmten sich in ganz kurzer Entfernung von der Ausströmöffnung nach oben; hier bildete sich über dem Brenner eine Dunstwolke, aus der sich nach kürzester Zeit (ein bis zwei Minuten) Rufs ablagerte. Die Flamme brannte unruhig, zuckend und rufsend. Eine irgend wie brauchbare geformte Flamme war überhaupt nicht zu erreichen. Das Brennerköpfchen glühte nach kurzer Zeit.

Der photometrische Effekt aller drei Brenner war folgender:

Es ergab 1 Liter Acetylen pro Stunde bei einem Drucke von 100 mm:

bei Brenner	Fig.	135	0,910	HK.
„	„	134	0,837	„
„	„	134a	0,350	„

Die Strahlen-Loch-Brenner für reines Acetylen haben nur geringe Anwendung in der Technik gefunden, weil ihre Lebensdauer im ganzen (mit vielleicht alleiniger Ausnahme des Raupschen Brenners Fig. 135) eine zu geringe ist. Aus Speckstein gefertigte Einlochbrenner werden bei Fahrradlaternen [1]) gebraucht, Gruppenbrenner meist für Illuminationszwecke. Der Grund dieser geringen Verwendung liegt darin, dafs es gelungen ist, in den Luftzuführungsbrennern eine Konstruktion zu schaffen, welche ein dauerndes rufsfreies Brennen des Acetylens ermöglicht, während dasselbe bei Strahlenbrennern für reines Acetylen nicht möglich ist. Relative Dauerhaftigkeit in dieser Beziehung ist erreicht worden bei den Raupschen Gruppenbrennern (Fig. 135) und bei Ein- resp. Zweilochbrennern (Fig. 125 bis 127).

Schnittbrenner.

Fig. 136.



Schnittbrenner.

Für reines Acetylen sind anstatt Lochbrenner auch solche mit einem schmalen Schlitz oder Spalt zur Anwendung gelangt (Fig. 136). Auch hier ist als hauptsächlichstes Herstellungsmaterial Speckstein verwendet worden, auch hier zeigte sich der Übelstand, dafs keine genügende Kühlung des Brennerköpfchens erfolgte und deshalb ein relativ frühes Verrufsen der Brenner stattfand. Der photometrische Effekt der Schnittbrenner ist ein guter, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist:

---

[1]) Vergl. S. 281 u. f.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck in mm	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Hefnerkerzen	Gasverbrauch pro Stunde und Kerze in Litern	Mittel
Schnittbrenner Nr. 1½[1])	Paris	50	20,0	20,0	1,000	0,873
		60	24,0	22,0	1,091	
		70	28,5	30,5	0,934	
		80	32,5	38,0	0,855	
		90	35,0	47,0	0,745	
		110	41,0	66,5	0,616	
Schnittbrenner Nr. 2[1])	Paris	50	23,0	35,0	0,657	0,58
		60	28,0	50,0	0,560	
		70	29,0	53,0	0,547	
		80	32,0	56,5	0,566	
		90	38,0	66,0	0,576	
		110	44,5	72,0	0,618	
Schnittbrenner Nr. 2½[1])	Paris	60	36,0	59,0	0,610	0,600
		70	41,0	70,0	0,586	
		80	43,0	72,5	0,593	
		90	50,0	82,0	0,610	
		110	54,5	90,0	0,605	
Schnittbrenner Nr. 3[1])	Paris	60	36,0	70,5	0,510	0,514
		70	41,0	78,0	0,526	
		80	44,0	86,0	0,512	
		90	51,0	97,5	0,523	
Schnittbrenner 0,1 mm[2])	Eisenbahn P. L. M.	?	18,9	18,9	1,00	—
Schnittbrenner, klein	Allgemeine Carbid- u. Acetylen-Gesellsch. Berlin	60	14,0	22,0	0,636	0,602
		70	20,0	35,0	0,571	
		80	24,0	35,0	0,686	
		90	27,0	49,0	0,551	
		110	31,0	54,5	0,569	
Schnittbrenner, grofs	Dieselbe	80	44,0	86,0	0,512	0,506
		90	50,0	100,0	0,500	

Eine Verlängerung der Brenndauer wurde erreicht durch Anordnung des Schlitzes auf einem Grate, der durch Abschrägung des Brennerkopfes gebildet wurde. System Pohle-Jondorf.

Schmetterlingsbrenner.

Eine innige Berührung der Acetylenflamme mit Luft wird erreicht, wenn man das Gas aus zwei gegeneinander geneigten Brenneröffnungen austreten läfst, und zwar derart, dafs sich dieselben an einem Punkte treffen. Hier bildet sich eine Gasfläche, welche ungemein dünn ist und

[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 50. — [2]) Bullier, Bull. de la soc. chim. 1897, 646.

deshalb der Luft von allen Seiten freien Zutritt gestattet. Solche Brenner, System Manchester, Gay-Lussac oder Naphey, sind in mannigfaltigster Ausführung schon früher zur Verbrennung schwerer Gase verwendet worden, und lag ihre Benutzung zur Acetylenbeleuchtung sehr nahe, namentlich der bekanntesten Brenner dieses Systems, der Braybrenner, von denen Fig. 137 die äufsere Ansicht, Fig. 138 Ansicht und Flammenform und Fig. 139 den Durchschnitt darstellen. Der Brenner besteht aus einer Messingfassung, welche den die beiden Bohrungen enthaltenden Kopf aus einer porzellanartigen Masse oder aus Speckstein trägt. Im unteren Teile desselben befindet sich ein Sieb aus Gaze, um den Gasdruck und das Sausen der Flammen zu vermindern und zu regulieren. Die Messungen der für Acetylen gebräuchlichen Nummern mit besonders feinen Löchern ergaben folgende Resultate [1]:

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
00	Bray	85	103,0	167		0,61 [2]
000	Bray	85	73,5	126		0,58 [2]
000	Bray	80	68	132,00	112,00	0,55 [3]
		100	74	150,40	127,20	0,66
		120	Flamme zuckt z. T. bereits bei 100 mm			
0000	Bray	60	39	85,5		0,456 [4]
		70	42	87,5		0,480
		80	48,5	93,5		0,519
		85	57	88,5		0,640 [2]
0000	Bray	80	51	92,50	64,80	0,63 [3]
		100	56	106,00	82,00	0,59
		120	Flamme zuckt			
00000	Bray	60	30	50,5		0,594 [4]
		70	34	54,0		0,629
		80	37	56,5		0,655
		90	41	60,5		0,677
00000	Bray	80	40	71,20	59,20	0,610 [3]
		100	44,0	75,20	66,40	0,600
		120	Flamme zuckt			

Wie aus diesen Resultaten zu ersehen ist, ist die Ergiebigkeit der Brenner desto gröfser, je gröfser der Konsum ist, und, in gewissen Grenzen, je höher der Druck ist. Die Lichtintensität zeigt jedoch bei

[1]) Vergl. auch Weber, Schweizerische Bauzeitung 1898, 31. — [2]) Gerdes, Glasers Ann. 1897, 469. — [3]) Caro, Originalmitteilung. — [4]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 24.

einer gewissen Druckhöhe ein Maximum, oberhalb welcher sie wieder abnimmt, weil die austretenden Gasstrahlen sich nicht zu einer leuchtenden Fläche vereinigen, sondern einander durchbrechen und eine rufsende Flamme bilden. Im grofsen Ganzen ist die Ökonomie dieser Brenner, d. h. die pro Liter Gas erhaltene Lichtausbeute, eine ausgezeichnete, bei manchen Gröfsen, wie 0000, sogar eine der Theorie entsprechende.

Fig. 137. Äufsere Ansicht.

Fig. 138. Braybrenner. Ansicht und Flammenform.

Fig. 139. Durchschnitt.

Wenn trotzdem die Braybrenner in der Acetylentechnik nur eine begrenzte Anwendung gefunden haben, so liegt es an dem Umstande, dafs dieselben ungemein leicht verrufsen.

Es sind mannigfache Versuche gemacht worden, diesem Übelstande durch eine besondere Anordnung der Ausströmöffnungen zu begegnen, indem man sich bestrebte, das Brennerköpfchen der direkten Einwirkung der Acetylenflamme zu entziehen. Es sollte die Flamme sich in einiger Entfernung vom Brennerköpfchen entwickeln und so dasselbe nicht übermäfsig erhitzen. Im Braybrenner, Patent „Ceetee“, wird versucht, dies zu erreichen, indem die Ausströmöffnungen in einer Mulde *b* einer auf dem Brennerköpfchen angebrachten Rippe *c* angeordnet sind (Fig. 140), so dafs bei angezündeter Flamme zwischen dem eigentlichen Brennerköpfchen *a* und der Flamme ein Luftzwischenraum verbleibt. Die Haltbarkeit dieses Brenners ist eine etwas bessere als die des gewöhnlichen Braybrenners, jedoch die Lichtökonomie eine schlechtere [1]).

Fig. 140.



Braybrenner, Patent „Ceetee“.

Fig. 141.



Abgeänderter Braybrenner von Stadelmann & Co.-Nürnberg.

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
1/2 Fufs	Bray „Ceetee“	80	22	32,00	26,40	0,75 [1]
		100	26	31,20	28,80	0,86
		120		Flamme zuckt		
3/4 Fufs	Bray „Ceetee“	80	23,00	32,00	27,20	0,78 [1]
		100	24,60	32,00	27,20	0,82
		120		Flamme zuckt		

Ähnliches wurde versucht, indem man die Ausströmöffnungen in eine tiefe Mulde legte (Fig. 141) und dadurch erreichte, dafs die Flamme sich oberhalb der Ausströmöffnungen bildete und dieselben kalt liefs. Eine etwas gröfsere Lebensdauer wurde zwar hierbei erreicht, jedoch auf Kosten der Ökonomie, wie nachfolgende Tabelle zeigt [1]):

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 840, 5 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	4,0	1,76	1,76	2,27
		100	5,0	1,76	1,76	2,80
		120	6,0	1,60	1,44	3,90
Nr. 840, 7,5 Liter	dieselben	80	5,5	2,72	2,56	2,08
		100	6,0	2,72	2,72	2,20
		120	7,5	2,32	2,24	3,29
Nr. 840, 10 Liter	dieselben	80	8,0	4,16	3,84	1,97
		100	10,0	3,76	3,68	2,68
		120	11,5	3,76	3,68	3,08
Nr. 840, 15 Liter	dieselben	80	11,0	8,00	7,20	1,47
		100	13,5	7,68	7,20	1,81
		120	14,5	7,04	6,83	2,08
Nr. 840, 20 Liter	dieselben	80	19,0	20,80	20,00	0,92
		100	22,5	20,00	19,20	1,14
		120	24,5	20,80	19,20	1,22
Nr. 840, 25 Liter	dieselben	80	30,0	42,40	40,80	0,72
		100	Flamme zuckt			
		120				
Nr. 840, 30 Liter	dieselben	80	25,0	37,60	32,00	0,71
		100	28,0	41,60	36,80	0,71
		120	30,0	41,60	40,00	0,73

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Auch diese Brenner zeigen eine bis zu einer gewissen Maximalhöhe mit dem Drucke sich bessernde und mit abnehmendem Drucke sich rasch verschlechternde Ökonomie. Bei niedrigem Druck erhalten die Flammen einen blauen äußeren Kegel infolge ungenügenden Mitreißens der zur Verbrennung notwendigen Primärluft, und macht sich dies namentlich bei Messung in der zur Flammenebene parallelen Lage ungünstig bemerkbar.

Fig. 142.



Abgeänderter Braybrenner nach Stadelmann & Co., Nürnberg.

Um die Dauerhaftigkeit der nach Bray konstruierten Brenner zu steigern, wurde ferner versucht, die Ausströmöffnungen nicht nur wie bei Brenner Fig. 141 tief zu legen, sondern auch gleichzeitig die Flamme durch Anordnung eines möglichst hohen und dünnen Köpfchens von demselben zu entfernen (Fig. 142), ohne jedoch das erstrebte Resultat zu erreichen.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Liter	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 840a 5 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	4,5	3,04	2,80	1,54 [1]
		100	7,0	2,88	2,64	2,58
		120	8,0	2,88	2,65	2,58
derselbe 7,5 Liter	dieselben	80	7,5	4,80	4,16	1,67 [1]
		100	9,0	4,48	4,32	2,04
		120	10,0	3,92	3,84	2,56
derselbe 10 Liter	dieselben	80	8,25	8,00	7,20	1,08 [1]
		100	11,00	7,68	7,20	1,47
		120	13,00	7,36	6,72	1,85
derselbe 15 Liter	dieselben	80	15,00	14,00	13,20	1,10 [1]
		100	Flamme zuckt			
		120	Flamme zuckt			
derselbe 20 Liter	dieselben	80	21,25	27,20	24,80	0,80 [1]
		100	24,75	28,00	25,60	0,92
		120	Flamme zuckt			
derselbe 25 Liter	dieselben	80	25,50	34,40	28,80	0,75 [1]
		100	Flamme zuckt			
		120	Flamme zuckt			
derselbe 30 Liter	dieselben	80	29,5	40,00	38,40	0,73 [1]
		100	29,0	42,40	38,40	0,71
		120	27,0	41,60	36,80	0,68

Analoge Resultate sind hinsichtlich der Lebensdauer der Brenner und deren Ökonomie bei den Ausführungen der Firma v. Schwarz,

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Fig. 143 (vergl. den ganz gleichen Stadelmannschen Brenner Fig. 141) und 144, erhalten worden [1]), bei denen, wie bei den anderen Fabrikaten nach Bray dieser Firma, das Sieb im unteren Teile fehlt.

Eine gewisse Kühlung des Brennerköpfchens und verbunden damit Vergröſserung von dessen Dauerhaftigkeit findet statt, wenn die Ausströmöffnungen nicht, wie bei den obigen Ausführungen üblich, in

Fig. 143.



Fig. 144.

Braybrenner von Schwarz-Nürnberg.

Fig. 145.



Brenner System Pohle.

Fig. 146.



Modifizierter Braybrenner von Stadelmann & Co., Nürnberg.

einer Mulde, sondern auf einem Grate angeordnet sind, welcher durch Abschrägen des Brennerkopfes entstanden ist (Fig. 145). Die Anordnung ist dabei so getroffen, daſs die Flamme parallel zu dem Grat, also senkrecht zur Ebene der Zeichnung steht [1]).

Noch intensiver gestaltet sich die Kühlung dieses Brenners dadurch, daſs im Brennerkörper selbst Luftkanäle *a* und die Flamme senkrecht zum Grat angeordnet werden (Fig. 146), doch auch hierbei erfolgt gegenüber dem Braybrenner eine gewisse Verschlechterung der Ökonomie. Wie ersichtlich (vergl. Tabelle Seite 387), tritt bei diesem Brenner mit zunehmendem Druck, entgegen den übrigen Schmetterlingsbrennern, eine Abnahme der Leuchtkraft ein, und zwar wird dies durch den Umstand verursacht, daſs bei hohen Drucken und damit verbundener groſser Ausströmungsgeschwindigkeit des Gases auch durch die Hohlkanäle des Brennerköpfchens Luft mitgerissen und dadurch die Flamme beeinfluſst wird. Es findet eine zu groſse Zufuhr von Sekundärluft statt und dadurch eine Blauverbrennung ohne Leuchtwirkung.

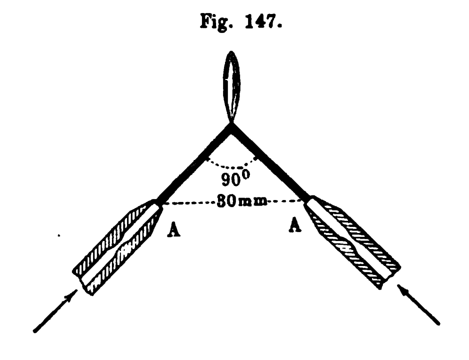
Günstigere Resultate bezüglich der Dauerhaftigkeit als mit diesen Brennerformen wurden erhalten, als man dazu überging, die Flamme von den Ausströmöffnungen zu entfernen, indem man den Bohrungen eine solche Richtung gab, daſs die Gasströme sich erst in einer gewissen Höhe über dem Brenner treffen. Diese Idee, welche auf die verschiedenartigste Weise ausgeführt wurde, fand zuerst Ende 1895 resp. Anfang 1896 Ausdruck in einer von Résener und Luchaire ausgeführten Modifikation des Manchesterbrenners. Die beiden Forscher fanden, daſs bei einem Drucke von 80 mm und einer Entfernung der beiden

[1]) D. R.-G.-M. Nr. 100042, System Pohle.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 877 5 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	70	7	6,4	5,92	1,13[1])
			Flamme zuckt bereits bei 80 mm Druck			
Nr. 877 7,5 Liter	dieselben	80	10,75	7,52	7,36	1,44[1])
		100	12,50	13,60	12,96	0,94
		120	16,00	19,20	17,20	0,87
Nr. 877 10 Liter	dieselben	80	13,00	12,00	10,40	1,16
		100	15,00	13,00	11,20	1,20
		120	Flamme zuckt, leichtes Zucken schon bei 100 mm bemerkbar			
Nr. 877 15 Liter	dieselben	80	14,00	11,20	10,80	1,27[1])
		100	16,00	10,40	10,40	1,56
		120	18,00	9,60	9,40	1,90
Nr. 877 20 Liter	dieselben	80	21,00	25,60	24,82	0,88
		100	25,00	28,00	24,80	0,94
		120	28,00	28,80	27,20	1,00
Nr. 877 25 Liter	dieselben	80	26,50	41,60	36,00	0,69[1])
		100	31,00	45,60	40,80	0,71
		120	Flamme zuckt			
Nr. 877 30 Liter	dieselben	80	37,00	75,20	62,40	0,54[1])
		100	Flamme zuckt			
		120				

Ausströmöffnungen um so viel Millimeter, als der ständliche Verbrauch der Brenner in Litern beträgt, die günstigsten Resultate erreicht werden, wenn die Neigung der Gasausströmöffnungen 90⁰ beträgt (Fig. 147).

Fig. 147.



Zweiröhrenbrenner nach Résener und Luchaire.

Auf Grund ihrer Untersuchungen konstruierten Résener und Luchaire sogenannte Zweiröhrenbrenner, welche für Zwecke der Verbrennung von Acetylen mit gleichzeitiger Luftzuführung grofse Anwendung gefunden haben.

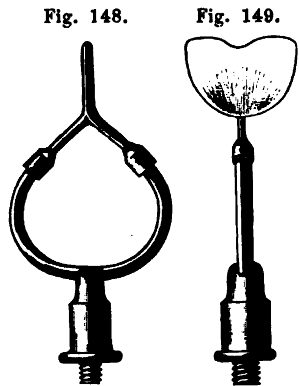
Die Lichtökonomie der Zweiröhrenbrenner für reines Acetylen ist eine recht gute.

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Zweiröhrenbrenner Fig. 148 u. 149	Allgemeine Carbid- u. Acetylen-Gesellschaft Berlin	60	13	15,5	0,838[1])
		70	13	18,0	0,722
		80	16	21,0	0,762
		90	16	22,5	0,711
		100	18	25,0	0,720
		110	18	25,5	0,706

Aus diesen Messungen geht gleichzeitig hervor, dafs entgegen den Braybrennern die Zweiröhrenbrenner mit steigendem Druck eine stets steigende Lichtausbeute ergeben. Die bei Braybrennern beobachtete gegenseitige Durchbrechung der Gasstrahlen findet hierbei nicht statt, denn der lange Weg, den dieselben bis zur Vereinigung zurückzulegen haben, ergiebt einen so grofsen Verlust an Geschwindigkeit, dafs ein solches Durchbrechen nicht mehr erfolgen kann.

Fig. 148. Fig. 149.



Zweiröhrenbrenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin.

Bei der Ausführung der Zweiröhrenbrenner ergab sich der Übelstand, dafs die dünnen Röhrchen sich leicht verbiegen und deshalb eine Verschiebung der Gasstrahlen erfolgte. Dadurch wurde verursacht, dafs dieselben nicht aufeinander trafen und keine Fläche mehr bilden konnten.

Um diesem Übelstande vorzubeugen, versuchten Rogot, Lebeau und andere, unter Beibehaltung der ursprünglichen Brennerform, d. h. eines einzigen Brennerkopfes, die Entfernungen der Ausströmöffnungen zu vergröfsern und eine über dem Brennerkopfe wie bei Zweiröhrenbrennern sich bildende Flamme zu erreichen.

Die Brenner dieses Typus, z. B. der Champignonbrenner (Fig. 150) und der neue Lebeaubrenner (Fig. 151), zeigen eine kompendiösere Form als die Zweiröhrenbrenner, sind auch dauerhafter als diese, zeigen aber den Nachteil, dafs sie starken Schatten werfen und leicht springen. Dafs hierbei, wie bei den Zweilochbrennern, die verschiedenen Dimensionen, die Neigung der Ausströmöffnungen u. s. w.

---

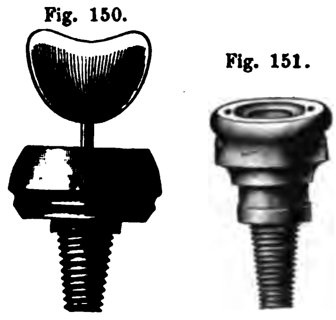
[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 35.

einen grofsen Einflufs ausüben, ist ohne weiteres klar und ergiebt sich aus folgender Tabelle [1]):

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Champignonbrenner Fig. 150	Deutschland	60	10,0	9,0	1,111
		70	10,0	10,0	1,000
		80	11,5	11,5	1,000
		90	13,5	14,0	0,964
		110	14,5	15,5	0,936
Derselbe Fig. 151	Lebeau	80	13,0	12,5	1,040

Wie schon oben bemerkt wurde, ist die Dauerhaftigkeit der Zweiröhrenbrenner eine erheblich gröfsere als diejenige der Braybrenner. Der Umstand, dafs die Brennerköpfe der direkten Wirkung der Flamme entzogen sind, verursacht, dafs das verbrennende Acetylen nur wenig überhitzt wird und deshalb eine Polymerisation desselben und Verstopfung und Verrufsung nur in geringem Mafse stattfindet. An sich aber entsprechen auch diese Brenner nicht der Hauptforderung, die an dieselben gestellt werden mufs, nämlich dauernd rufsfrei zu brennen.

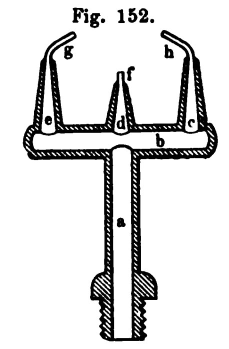
Fig. 150. Fig. 151.



Champignonbrenner. Neuer Lebeaubrenner.

Die Brenndauer dieser Brenner, wie auch der besten der Lochbrenner, der Strahlenbrenner nach Raup, ist eine immerhin begrenzte und für moderne Ansprüche nicht ausreichende. Der gute ökonomische Effekt, den die Brenner geben, veranlafst jedoch immerhin, dafs sie eine, wenn auch beschränkte Anwendung heute noch finden und dafs stets weitere Versuche gemacht werden, sie zu verbessern, sei es dadurch, dafs durch Anlage einer kleinen Hilfsflamme *f* das aus den Düsen *g* und *h* ausströmende, allen drei Öffnungen durch Kanäle *a*, *b*, *c*, *d*, *e* zugeführte Acetylengas eine besondere, der Verbrennung günstige Form annehmen soll (Fig. 152 [2]), oder nach dem Vor-

Fig. 152.



Zweiröhrenbrenner mit Hilfsflamme.

[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 35. — [2]) Schweiz. Pat. Nr. 1882 von C. Auer.

schlage von Viard (Fig. 153) die Ausströmöffnungen in Form aus Glas bestehender Kanäle anzuordnen. Alle diese Maſsnahmen haben aber nur einen sehr bedingten Wert und verdienen deshalb diejenigen Konstruktionen Beachtung, welche es ermöglichen, die verruſsten Brenner möglichst schnell und leicht zu reinigen.

Fig. 153.

Zweiröhrenbrenner nach Viard.

Fig. 154a. Fig. 154b.

Brenner der „Phos"-Acetylen-Gas-Gesellschaft.

Von denselben mögen hier zwei erwähnt werden: Der Brenner der „Phos"-Acetylen-Gas-Gesellschaft [1]) ist folgendermaſsen konstruiert (Fig. 154a und 154b).

Auf der hohlen Schraube *a* sitzt am oberen Ende ein mit Durchlässen für das Gas versehener Kopf *b*, welcher die Reinigungsnadel *c* trägt. Der Brennerkörper ist zu einer Kammer *d* erweitert und mit einer Ausströmungs- oder Brenneröffnung *f* versehen, durch welche die Reinigungsnadel *c* zu führen ist. In dem Boden von *d* befindet sich ein Gewinde für die Hohlschraube *a*, und der Brennerkörper trägt eine geriffelte Wulst *e*, an der er gedreht werden kann. Das Schraubstück *a* ist mit seinem konischen Ende *h* auf die Gasleitung aufzuschrauben. Beim Niederschrauben des Brennerkörpers dringt nun die Nadel *c* unter schraubenförmiger Bewegung in die Brenneröffnung *f* ein und reinigt sie.

Eine andere Konstruktion ist diejenige von Drake und Petton [2]). Hierbei endigt der Gaszuführungskanal in zwei Stutzen. Diese sind mit Gewinde versehen, auf das die Brenner aufgeschraubt werden. Die Länge der Stutzen ist so bemessen, daſs die Brennerköpfe mittels des Gewindes einander mehr oder weniger genähert werden können. In den Brennern sind Nadeln angeordnet. Mittels dieser Nadeln können die Austrittsöffnungen gereinigt werden.

Acetylenbrenner mit Luftzuführung.

Alle Schwierigkeiten bei Verwendung der Acetylenbrenner fallen fort, wenn man nicht reines Acetylen der Verbrennung unterwirft, sondern ein Gas, welchem bereits im Brenner eine gewisse Menge Luft zugeführt wurde. Diese Luftbeimengung kann in zweierlei Weise erfolgen; einmal dadurch, daſs das Acetylen mit Luft gemischt wird und

---

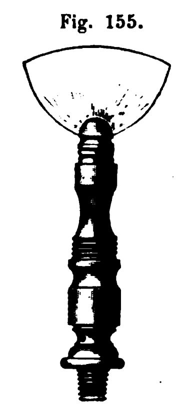
[1]) D. R.-P. Nr. 119470. — [2]) Brit. Pat. Nr. 24060 von 1899.

auf diese Weise dem Gase die zur Verbrennung nötige Primärluft beigemengt wird, oder auch, indem das Gas zwar im Brenner selbst sich mit Luft nicht vermischt, dagegen gleichzeitig mit dem Durchgange des Gases eine gewisse Menge Luft durch den Brenner und die eigentliche Ausströmöffnung hindurchgesaugt und auf diese Weise der Flamme die nötige Primär- und Sekundärluft zugeführt wird. Streng genommen giebt es weder Brenner der ersteren, noch solche der zweiten Art, alle existierenden Konstruktionen bieten vielmehr einen Mischtypus; die Anordnung der wichtigsten Teile bedingt jedoch ein Vorwiegen des einen oder anderen Typus und ermöglicht dadurch eine Klassifikation der Brenner selbst.

Die Wirkung der zugeführten Luft äufsert sich in verschiedener Weise. Die hauptsächlichste besteht darin, dafs die Brennermündungen durch den mitgerissenen Luftstrom gekühlt werden und auf diese Weise eine vorzeitige Zersetzung des Acetylens nicht erfolgen kann. Eine nicht minder wichtige Wirkung wird dadurch erzielt, dafs das verbrennende Acetylen im ersten Moment eine zur Verbrennung genügende Menge Luft enthält und deshalb an der Brennermündung verbrennt, während eine Kohlenstoffabscheidung erst oberhalb derselben stattfindet. Tritt, wie bei den Brennern mit reinem Acetylen, Luftmangel im ersten Moment ein, so erfolgt eine Kohlenstoffabscheidung infolge unvollkommener Verbrennung bereits an der Brennermündung, d. h. es tritt Rufsabscheidung ein.

Die Wirkungsart der dem Brenner zugeführten Luft bestimmt auch die Menge derselben. Es soll so viel Luft im Acetylengase enthalten sein, dafs der Brennerkopf gekühlt wird und im ersten Moment eine vollständige Verbrennung stattfindet, jedoch soll die Menge der zuströmenden Luft nicht so grofs sein, dafs ein Entleuchten der Flamme erfolgt. Ferner darf sich kein explosives Gemisch im Brenner bilden, auch mufs eine gleichmäfsige Mischung erzielt werden. Es ist natürlich, dafs die Art des Brenners selbst hierbei ziemlich gleichgültig ist. Wir haben gesehen, dafs man sowohl mit Strahlen-, als auch mit Schnitt-, Schmetterlings- und Zweilochbrennern gute Brennresultate hinsichtlich der Lichtökonomie erhält und dafs lediglich die schnelle Verrufsung ihren ständigen Gebrauch verhinderte. Alle diese Brenner ergeben aber auch hinsichtlich der Haltbarkeit gute Erfolge, wenn man sie mit Luftzuführung verwendet, und werden sie auch thatsächlich in dieser Form unterschiedslos, nur dem jeweiligen Bestimmungszwecke entsprechend, verwendet.

Fig. 155.

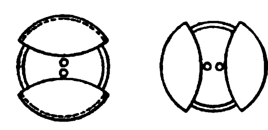


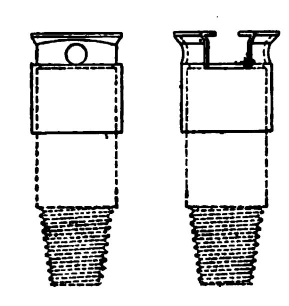
Luftzuführungsbrenner nach Bullier.

Die ersten Brenner, welche auf diesem Prinzip beruhten, wurden von Bullier konstruiert. Dieselben entsprachen in ihrer Konstruktion

vollkommen dem gebräuchlichen Bunsenbrenner, nur dafs die Luftzuführungsöffnungen naturgemäfs erheblich kleiner waren. Es waren allgemein Schnittbrenner, die mit dieser Einrichtung versehen waren (Fig. 155). Dieselben ergaben eine ziemlich günstige Ökonomie, brannten jedoch gut nur bei hohen Drucken (120 bis 150 mm). Neuere Modifikationen dieser Brenner gaben auch bei niedrigeren Drucken gute Lichtausbeuten. Alle diese Brenner zeigten aber den Nachteil, dafs sie beim Brennen sausten und die offen liegenden Schlitze sich beim Gebrauche durch Staub u. s. w. leicht verstopfen (Photometrische Tabelle siehe unten).

Fig. 156. Fig. 157.





Kästnerbrenner.

Erheblich praktischer erweist sich der Brenner von Kästner. Derselbe besteht (Fig. 156 und 157) aus einem eigentlichen Braybrenner, auf den eine cylindrische Metallkapsel aufgestülpt ist, die oben mit zwei annähernd elliptisch geformten Lappen unvollkommen geschlossen ist. Der cylindrische Aufsatz hat gleichzeitig an zwei gegenüber liegenden Seiten tiefe, rechteckige Ausschnitte, die bis zu dem eigentlichen Brennerkopf herunterreichen, während senkrecht zur Verbindungslinie dieser Aus-

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck in mm	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Hefnerkerzen im Mittel	Gasverbrauch pro Stunde und Kerze in Litern
Schnittbrenner mit Luftzuführung A	Allgemeine Carbid- u. Acetylen-Gesellschaft Berlin	90	10,0	13,0	0,741[1]
derselbe B	dieselbe	90	37,0	58,5	0,631[1]
derselbe C	dieselbe	80	43,5	69,5	0,626[1]
Schnittbrenner nach Bullier	Wien	100	20,0	22	0,900[2]
		120	21,0	27	0,770
		140	22,0	31	0,700
		160	25,0	34	0,730

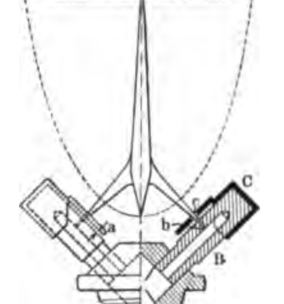
[1]) Wolff, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 42. — [2]) Derselbe, ebenda 296.

schnitte der cylindrische Aufsatz von zwei Löchern zur Luftzuführung angeordnet ist. Durch diese Anordnung entsteht gewissermaſsen eine offene Mischkammer für Luft und Acetylen. Die Flamme brennt oberhalb der Metalllappen, und da die Luftansaugung durch den Acetylenstrom bewirkt wird, so findet bei jedem Druck eine vollständige Verbrennung statt.

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Kästnerbrenner	Halle a. S.	80	10,0	15,36	15,80	0,632[1])
		100	10,5	16,93	16,31	0,622
		120	11,2	19,02	18,63	0,598

Der Kästnerbrenner ist als Vorläufer einer Reihe von Luftzuführungsbrennern zu betrachten, welche sich in der Acetylentechnik unter dem Namen Billwillerbrenner eingebürgert haben. Das Prinzip dieser Brenner[2]) besteht darin, daſs senkrecht zur Ausströmöffnung des Acetylens, aber in einiger Entfernung von derselben, sich eine Platte, Hut oder dergleichen befindet, welche eine Öffnung trägt, die gröſser ist als die Brenneröffnung, aber mit derselben korrespondiert. Das aus der Düse ausströmende Gas strömt durch diese Öffnungen der Platte oder des Hutes und reiſst die umgebende Luft mit sich. Die Verbrennung findet sodann oberhalb der Platte statt.

Fig. 158.



Billwillerbrenner.

Der Billwillerbrenner kann in allen möglichen Formen, als Loch-, Doppel- u. s. w. Brenner ausgeführt werden, die Form der die Düsenöffnung überragenden Platte kann eine äuſserst mannigfaltige sein, der Effekt der hinreichenden Luftzuführung wird fast immer gleichmäſsig gut erreicht.

Das Material, aus dem die Billwillerbrenner gefertigt sind, ist gewöhnlich Speckstein mit Metallplatte oder -Hut. Diese Kombination bewirkt, daſs etwa im Gase sich befindende Verunreinigungen, wie Phosphor, Schwefel u. s. w., sich nicht am Brenner, sondern an der Platte (als entsprechende Säure) niederschlagen und so ein Verstopfen

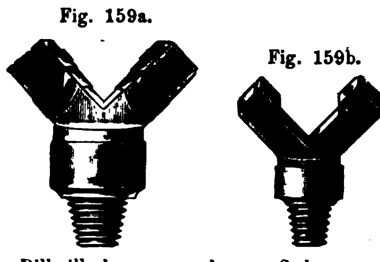
[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) D. R.-P. Nr. 95192.

des Brenners verhindert wird. Oft wird auch als Material dieser Platte *c* in Fig. 158 Speckstein verwendet. Der Billwillerbrenner Fig. 158 besteht aus einem hohlen, das Brennergewinde tragenden Messingkörper *A*, welcher in seinem Kopfe diametral sich gegenüberstehende und unter einem Winkel von 90° gegeneinander geneigte Bohrungen besitzt. In die letzteren sind zwei Einsätze *B* aus Speckstein befestigt. Diese Einsätze sind ebenfalls durchbohrt und tragen die feinen Ausströmöffnungen *b*, deren Achsen sich in der Hauptachse des Brenners treffen. Ein eigenartig geformtes Stück *C* aus Nickelblech ist so auf den Specksteineinsatz aufgestülpt, daſs ein Lappen desselben die Gasausströmöffnung in einem kleinen Abstand *a* überdeckt und auf drei Seiten der Luft freien Zutritt zu diesen Öffnungen gestattet. Die Vorlage selbst besitzt eine etwas gröſsere Öffnung *c* gegenüber der Gasausströmung.

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Billwillerbrenner Nr. 1 (Fig. 159a)	v. Schwarz Nürnberg	80	10	7	1,430[1])
derselbe Nr. 1½	derselbe	80	12	11	1,090[1])
derselbe Nr. 2	derselbe	80	15	20	0,750[1])
derselbe Nr. 3	derselbe	80	20	30	0,660[1])
derselbe Nr. 3½	derselbe	80	22	35	0,625[1])
derselbe Nr. 4	derselbe	80	25	40	0,625[1])
derselbe Nr. 5	derselbe	80	30	55	0,545[1])

Der Verbrennungsvorgang ist nun folgender: Das reine Acetylen tritt bei *b* mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus und strömt durch die Öffnung *c* der Vorlage gegen die Brennerachse. Beim Durchströmen des Zwischenraumes *a* reiſst das Gas Luft mit sich, welche sich mit demselben innig vermengt und eine genügende Menge Sauerstoff zuführt. Die beiden Einlochflammen treffen sich nun in der Brennerachse und bilden eine zur Papierebene senkrecht stehende Flamme von der in der Figur gestrichelten Form. Kein Teil derselben trifft irgend eine Partie des Brenners, wodurch wieder Gelegenheit vor-

Fig. 159a. Fig. 159b.



Billwillerbrenner nach von Schwarz-Nürnberg.

[1]) Caro, Originalmitteilung.

handen wäre, festen Kohlenstoff abzulagern, sondern dieselbe schwebt vollständig frei zwischen den Specksteineinsätzen.

Derselbe Brenner, ganz in Speckstein ausgeführt (Fig. 159b), zeigt etwas ungünstigere Konsume.

Billwillerbrenner für grofse Konsume werden in der Weise ausgeführt, dafs mehrere Ausströmöffnungen für Acetylen und korrespondierend damit mehrere Öffnungen in der Kappe angeordnet werden (Fig. 160), oder es werden mehrere kleine Brenner kombiniert. Diese Brenner (Mefstabelle S. 396 oben) zeigen keine so günstige Lichtökonomie wie die Brenner bis zu 30 Liter, immerhin giebt die erstere Anordnung die Möglichkeit, überhaupt grofse Einzelbrenner dieses Typus zu bauen, was bei Anwendung nur eines Flammenstrahles nicht möglich ist, da derselbe zu dick wird und sich deshalb nur ungenügend mit der Luft mischt. Aufserdem hängt der Effekt in hohem Mafse von der Ausführung ab.

Fig. 160.

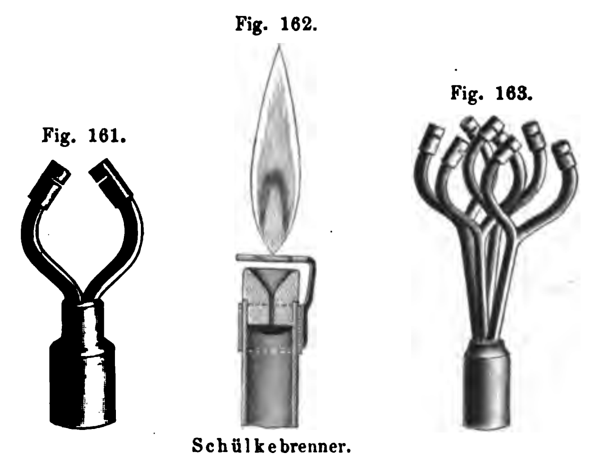


Sechsfach-Billwiller-Brenner.

Ähnlich wie die Billwillerbrenner, d. h. gleich im Prinzip, doch etwas verschieden in der Ausführung, sind die Schülkebrenner konstruiert.

In der einen Konstruktion dieser letzteren, die fast ausschliefslich als Doppelbrenner ausgeführt wird (Fig. 161), ist der Ausströmungskanal durch einen senkrechten Schlitz geteilt und derart die Wirkung des Billwillerbrenners erreicht.

Fig. 162. Fig. 163. Fig. 161.



Schülkebrenner.

In einer zweiten Konstruktion (Fig. 162), die hauptsächlich als Lochbrenner verwendet wird, ist über der trichterförmigen Brennermündung eine kreisförmige Metallscheibe angeordnet, die eine runde

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gas-verbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Billwillerbrenner Nr. 7 (Fig. 160)	v. Schwarz, Nürnberg	100	47,76	63,3	59,30	0,779 [1])
derselbe Nr. 8	derselbe	100	51,61	65,3	53,10	0,880 [1])
derselbe Nr. 9	derselbe	100	67,28	74,2	60,16	1,012 [1])
derselbe Nr. 10	derselbe	100	75,41	100,8	86,20	0,768 [1])

Öffnung von etwas geringerem Durchmesser aufweist, als ihn die breitere Trichteröffnung besitzt.

Die Schülkebrenner erster Art ergeben, wie bei der Identität mit dem Billwillerbrenner nicht anders zu erwarten ist, einen recht guten Lichteffekt, auch wenn mehrere Brenner kombiniert werden (Fig. 163).

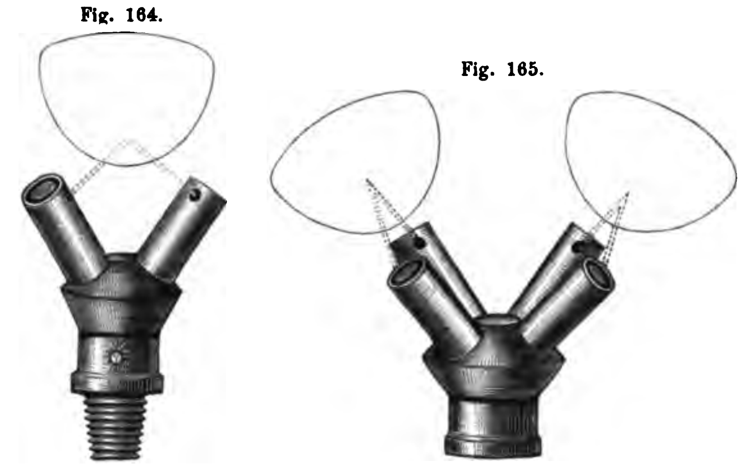
Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gas-verbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Schülkebrenner einflammig	Hera-Prometheus A.-G. Berlin	40	16	26	0,57 [2])
		90	20	35	0,62
		130	26	40	0,65
derselbe zweiflammig	dieselbe	130	51	72	0,71 [2])
		130	53	70	0,76
derselbe dreiflammig	dieselbe	100	62	92	0,67 [2])
		105	69	102	0,66
derselbe vierflammmig	dieselbe	90	79	132	0,59 [2])
		90	81	135	0,60
derselbe sechsflammig	dieselbe	70	104	180	0,60 [2])
		90	104	195	0,58

Dem Prinzip nach gehören zu den Billwillerbrennern die sogenannten Ideal- oder Wonderbrenner und die nach Art des Lebeautypus ausgebildeten Champignonbrenner mit Luftzuführung. Bei beiden wird der Ausströmungskanal durch einen senkrecht zu demselben gelagerten Schlitz unterbrochen, wodurch eine Luftmischung erreicht wird. Bei den Wonderbrennern ist der Schlitz gleichzeitig als ein Cylinder ausgebildet, welcher innerhalb der Specksteinrohre, welche die Ausström-

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Bunte, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 407.

kanäle enthalten, einen Hohlraum bildet (Fig. 164). Die Ökonomie dieser Brenner ist eine gute, jedoch wird dieselbe durch diejenige der wahren Billwillerbrenner übertroffen.

Fig. 164. Fig. 165.



Wonderbrenner nach Stadelmann & Co. in Nürnberg.

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Wonderbrenner Nr. 883 10 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	10,75	10,40	9,60	1,07 [1]
		100	11,00	11,20	10,00	1,04
		120	12,00	11,60	10,80	1,06
derselbe 15 Liter	dieselben	80	13,00	16,00	14,80	0,84 [1]
		100	14,00	16,80	15,60	0,86
		120	15,00	17,60	16,00	0,88
derselbe 20 Liter	dieselben	80	20,00	30,40	25,60	0,60 [1]
		100	21,00	31,20	29,60	0,68
		120	22,00	33,20	31,20	0,69
derselbe 25 Liter	dieselben	80	25,00	42,00	35,20	0,64 [1]
		100	26,00	46,40	39,20	0,61
		120	29,00	48,00	40,00	0,65
derselbe 30 Liter	dieselben	80	25,00	44,00	40,00	0,59 [1]
		100	27,50	47,20	39,20	0,62
		120	29,00	49,60	42,40	0,63

Derselbe Brenner wird mit gleich günstigem Effekte als Kombinationsbrenner durch Anwendung von je zwei Doppelbrennern in einer Fassung ausgeführt (Fig. 165).

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Doppelter Wonderbrenner, Nr. 844 30 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	28,50	30,40	27,20	1,01[1]
		100	30,50	32,00	28,20	1,00
		120	32,00	35,20	33,20	0,94
derselbe 40 Liter	dieselben	80	36,00	46,40	41,60	0,82
		100	38,50	48,80	45,60	0,82[1]
		120	41,00	52,40	50,40	0,79
derselbe 50 Liter	dieselben	80	50,60	83,20	66,40	0,69
		100	55,00	88,00	75,20	0,69[1]
		120	60,00	89,60	76,00	0,70
derselbe 60 Liter	dieselben	80	56,00	91,20	67,00	0,69[1]
		100	61,00	92,80	84,60	0,69
		120	64,00	94,40	88,20	0,69

Bei den Lebeau-Luftzuführungsbrennern ist das Billwillerprinzip ebenfalls durchgeführt, indem (Fig. 166) auch hier die Ansaugung der Luft durch einen den Ausströmungskanal senkrecht unterbrechenden Schlitz vor sich geht. Die Leistung dieser Brenner ist in folgender Tabelle enthalten[1]:

Brennersorte	Herkunft	Druck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Brenner 872a 6 Liter	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	5,25	2,32	2,32	2,26
		100	5,75	2,48	2,48	2,31
		120	7,00	3,20	2,84	2,31
derselbe 10 Liter	dieselben	80	10,00	6,80	6,56	1,48
		100	10,50	7,92	7,28	1,39
		120	11,80	8,40	8,00	1,40
derselbe 15 Liter	dieselben	80	12,50	10,40	10,00	1,22
		100	14,00	11,20	10,00	1,32
		120	14,50	12,00	11,60	1,23

Wie ersichtlich, bleibt die erzielte Ökonomie weit hinter der bei dem wahren Billwillerbrenner zurück.

Die Verschlechterung des photometrischen Effektes dieser Brenner gegenüber dem der Billwillerbrenner beruht, wie weiter unten gezeigt wird, auf einer Übermasse der zugeführten Luft. Dies zeigt sich in

[1]) Caro, Originalmitteilung.

erhöhter Weise bei den analog konstruierten Brennern, die sich unter dem Namen „Hanseat" im Handel befinden. Diese Brenner sind aus

Fig. 166.



Lebeau-Luftzuführungsbrenner.

Fig. 167.



Brenner „Hanseat" der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie-Aktiengesellschaft.

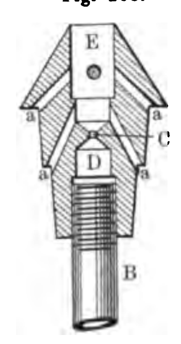
Metall gefertigt (Fig. 167) und mit Specksteinköpfchen versehen. Die Resultate angestellter Messungen sind folgende[1]):

Brennersorte	Herkunft	Angegebener Konsum in Litern	Gefundener Konsum in Litern	Druck in mm Wassersäule	Helligkeit in HK parallel zur Flammenebene	Helligkeit in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Verbrauch pro HK und Stunde in Litern
„Hanseat" Nr. 1	Hanseatische Acetylen-Gasindustrie Aktiengesellschaft Hamburg	7,5	7,50	80	3,5	3,1	2,280
			8,00	100	4,0	3,6	2,106
			9,00	120	4,2	3,8	2,250
derselbe Nr. 2		10	8,00	60	4,8	4,4	1,730
			9,00	80	4,9	4,4	1,940
			11,00	100	6,4	4,8	1,960
			11,75	125	8,4	8,0	1,430
derselbe Nr. 3	dieselbe	15	14,00	60	9,6	8,8	1,520
			16,00	80	10,4	9,6	1,600
			17,00	100	11,2	10,4	1,580
			19,00	125	12,0	11,2	1,630
derselbe Nr. 4	dieselbe	20	18,00	60	15,2	12,8	1,280
			22,00	80	18,0	16,8	1,260
			23,00	100	20,8	18,4	1,170
			27,00	125	23,2	20,8	1,220
derselbe Nr. 5	dieselbe	25	20,00	60	24,0	20,8	0,901
			22,00	80	25,6	24,0	0,887
			25,00	100	32,0	30,4	0,897
			30,00	125	33,6	30,4	0,937
derselbe Nr. 6	dieselbe	30	23,00	60	26,4	27,2	0,858
			26,00	80	32,8	31,2	0,825
			28,00	100	38,4	36,0	0,752
			32,00	120	41,6	40,0	0,786

[1]) Caro, Originalmitteilung; vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 135.

Auf einem anderen Prinzip als die Billwillerbrenner beruht eine Klasse der gebräuchlichsten Acetylenbrenner mit Luftzuführung, welche unter dem Namen Dolanbrenner bekannt ist. Bei diesem Brenner (Fig. 168), der ebenfalls in den verschiedensten Formen angewendet wird, tritt das Gas aus dem Zuleitungsrohr *B* in eine erweiterte, durch seitliche Kanäle mit der Atmosphäre kommunizierende Brennermündungskammer *E* ein, in welcher der Gasstrahl sich durch Ansaugen von Luft mit einem an seinem Umfange nicht mit Gas gemischten Luftmantel umgiebt, welcher das Gas kühlt und die Brenneröffnung vor unmittelbarer Berührung mit dem zur Rußabsonderung neigenden Gase oder Gas-Luft-Gemische schützt. Der Brennerkopf besitzt unterhalb der breiteren, mit einer oder mehreren schrägen Luftzuführungen *a* versehenen Mündungskammer eine Einschnürung *c*, welche das Gas nur in dünnem Strahl zentral in die Mündungskammer eintreten läßt[1]. Wie aus Zeichnung und Beschreibung zu ersehen ist, bietet dieser Brenner gegenüber den früher beschriebenen eine prinzipielle Neuerung, welche darin besteht, daß der Gasstrahl nicht mit Luft vermengt, sondern mit derselben umgeben wird, demnach die primäre Verbrennung bei diesen Brennern wie bei solchen ohne Luftzuführung vor sich geht, jedoch infolge Vorhandenseins der genügenden Luftmengen unter Bedingungen, welche die Abscheidung von Kohlenstoff und Bildung von Rußansatz zur Unmöglichkeit gestalten.

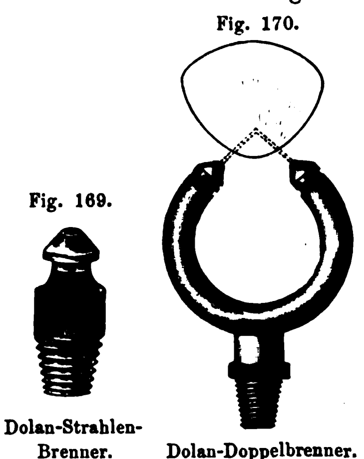
Fig. 168.



Dolanbrenner.

Es ist klar, daß bei diesen Brennern eine Trennung des Gasstrahles von der umgebenden Luft um so schärfer vorhanden sein wird, je dicker der Gasstrahl selbst ist. Bei solchen Brennern, d. h. Brennern mit hohen Konsumen, muß deshalb der ökonomische Effekt denen mit reinem Acetylen gleichkommen. Bei kleinen Brennern dagegen, bei denen der Gasstrahl sich mit der großen Menge umgebender Luft mischt, tritt eine zu intensive Verbrennung und deshalb auch eine Verminderung des Leuchtens ein. Da nun auch eine Mischung schwieriger bei hoher Ausströmgeschwindigkeit des Gasstrahles stattfindet als bei niedriger, so müssen auch diese Brenner desto bessere Lichtausbeuten geben,

Fig. 169. Fig. 170.



Dolan-Strahlen-Brenner. Dolan-Doppelbrenner.

[1] D. R.-P. Nr. 100 882 von E. J. Dolan in Philadelphia vom 1. Sept. 1897.

je höher der angewandte Druck ist, natürlich bis zu einer von der Konstruktion abhängigen Maximalgrenze.

Die Untersuchungen der Brenner bestätigen diese Ausführungen, gleichgültig, ob die Brenner als Loch-, Schnitt- oder Doppelbrenner angewendet werden.

Der Strahlenbrenner (Fig. 169) besteht aus einem in Messing eingesetzten Specksteinköpfchen der in Fig. 168 dargestellten Konstruktion.

Die Messungen ergaben folgende Resultate [1]).

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 869 3 Liter (Fig. 169)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	4,00	2,64	1,52
		100	4,50	2,96	1,41
		120	4,00	3,52	1,36
Dieselbe 5 Liter	Dieselben	80	5,50	4,32	1,27
		100	6,00	4,80	1,25
		120	7,00	5,72	1,23
Dieselbe 7,5 Liter	Dieselben	80	7,75	9,80	0,85
		100	8,75	10,36	0,80
		120	9,50	11,80	0,80
Dieselbe 10 Liter	Dieselben	80	10,00	11,36	0,88
		100	12,00	12,96	0,94
		120	13,50	14,56	0,92
			Die etwa 20 cm lange Flamme zeigt rufsende Spitzen		
Dieselbe 12,5 Liter	Dieselben	80	11,00	11,44	0,96
		100	11,50	12,80	0,90
		120	13,00	14,40	0,90
			Flamme etwa 24 cm lang, rufst		
Dieselbe 15 Liter	Dieselben	80	15,00	11,44	1,31
		100	16,00	12,80	1,25
		120	17,25	14,60	1,18
			Flamme über 30 cm lang, blakt stark		

Derselbe Brenner, jedoch ganz in Speckstein ausgeführt, gab folgende Mefsergebnisse [1]):

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 868 3 Liter (Fig. 169)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	3,25	1,04	3,12
		100	3,50	1,28	2,73
		120	4,00	1,84	2,60
Dieselbe 5 Liter	Dieselben	80	5,75	4,16	1,38
		100	6,25	4,96	1,26
		120	7,00	6,40	1,09
Dieselbe 7,5 Liter	Dieselben	80	6,75	6,24	1,08
		100	6,80	6,96	0,94
		120	7,25	7,84	0,91
Dieselbe 10 Liter	Dieselben	80	9,00	11,20	0,80
		100	10,00	13,12	0,76
		120	11,50	15,00	0,76
Dieselbe 12,5 Liter	Dieselben	80	12,25	12,40	0,98
		100	13,90	14,20	0,98
		120	15,25	15,20	0,99
				Flamme rufst	
Dieselbe 15 Liter	Dieselben	80	12,00	12,64	0,99
		100	14,00	14,08	0,99
		120	15,50	15,20	1,01
				Flamme rufst	

Fig. 171.



Zweifacher Dolan-Doppelbrenner.

Die gröfste Anwendung haben die Dolanbrenner in Form der Doppelbrenner gefunden. Als solche sind sie entweder mit Specksteinköpfchen in Messingfassung oder ganz aus Speckstein ausgeführt. Die in Messing eingefafsten Specksteinköpfchen zeigen fast durchweg die äufsere konische Form der in Fig. 168 und 169 veranschaulichten Brenner und unterscheiden sich voneinander lediglich durch die Ausführung der Messinggabel, der die verschiedensten Formen gegeben sind, um sie stabil zu machen und vor dem Verziehen in der Hitze zu

schützen. Der Brenner (Fig. 170) wird in Konsumen bis zu 35 Litern ausgeführt und giebt folgende photometrische Resultate [1]):

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK zur Flammenebene: parallel	Lichtstärke in HK zur Flammenebene: senkrecht	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 860 6 Liter (Fig. 170)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	10,0	6,40	6,24	1,57
		100	10,5	7,20	7,04	1,47
		120	11,5	7,20	7,04	1,61
Dieselbe 10 Liter	Dieselben	80	11,5	8,64	7,52	1,42
		100	12,75	9,26	8,48	1,43
		120	13,00	10,56	9,36	1,32
Dieselbe 15 Liter	Dieselben	80	14,00	13,68	12,40	1,07
		100	15,25	14,40	13,04	1,11
		120	16,50	15,20	12,99	1.16
Dieselbe 20 Liter	Dieselben	80	19,50	25,92	20,80	0,83
		100	22,50	26,24	23,20	0,92
		120	24,50	28,48	24,80	0,99
Dieselbe 25 Liter	Dieselben	80	25,50	41,76	36,00	0,65
		100	30,00	45,60	39,20	0,70
		120	32,80	48,80	44,80	0,70
				Flamme rauscht		
Dieselbe 30 Liter	Dieselben	80	26,60	45,20	38,00	0,60
		100	30,50	48,00	42,40	0,67
		120	33,00	49,20	44,80	0,70
				Flamme rauscht		
Dieselbe 35 Liter	Dieselben	80	33,00	53,60	48,80	0,64
		100	35,20	57,60	63,20	0,64
		120	40,00	62,40	54,56	0,69
				Flamme rauscht		

Dieser Doppelbrenner wird für gröfsere Konsume zu Gruppen von je zwei (Fig. 171) und drei (Fig. 172) vereinigt; die so erhaltenen Kombinationen zeigen naturgemäfs lediglich die Ökonomie derjenigen Einzelbrenner, aus denen sie zusammengesetzt sind. [Mefstabelle auf Seite 405 oben [1])].

Eine ausgiebige Kühlung der Messinggabel soll bei den langgestreckten Formen des Schwarzschen Brenners (Fig. 173) oder derjenigen der Ypsilonbrenner von Stadelmann (Fig. 174) erreicht werden. Die Haltbarkeit dieser Brenner ist auch eine gröfsere als diejenige der halbgebogenen (Fig. 170), was aber für die Praxis nicht von Belang ist, da auch die Lebensdauer der letzteren Brenner vollkommen ausreicht. Die Ökonomie der Ypsilonbrenner ist gleichfalls eine gute. [Mefstabelle auf Seite 405 unten und 406 oben [1])].

[1]) Caro, Originalmitteilung.

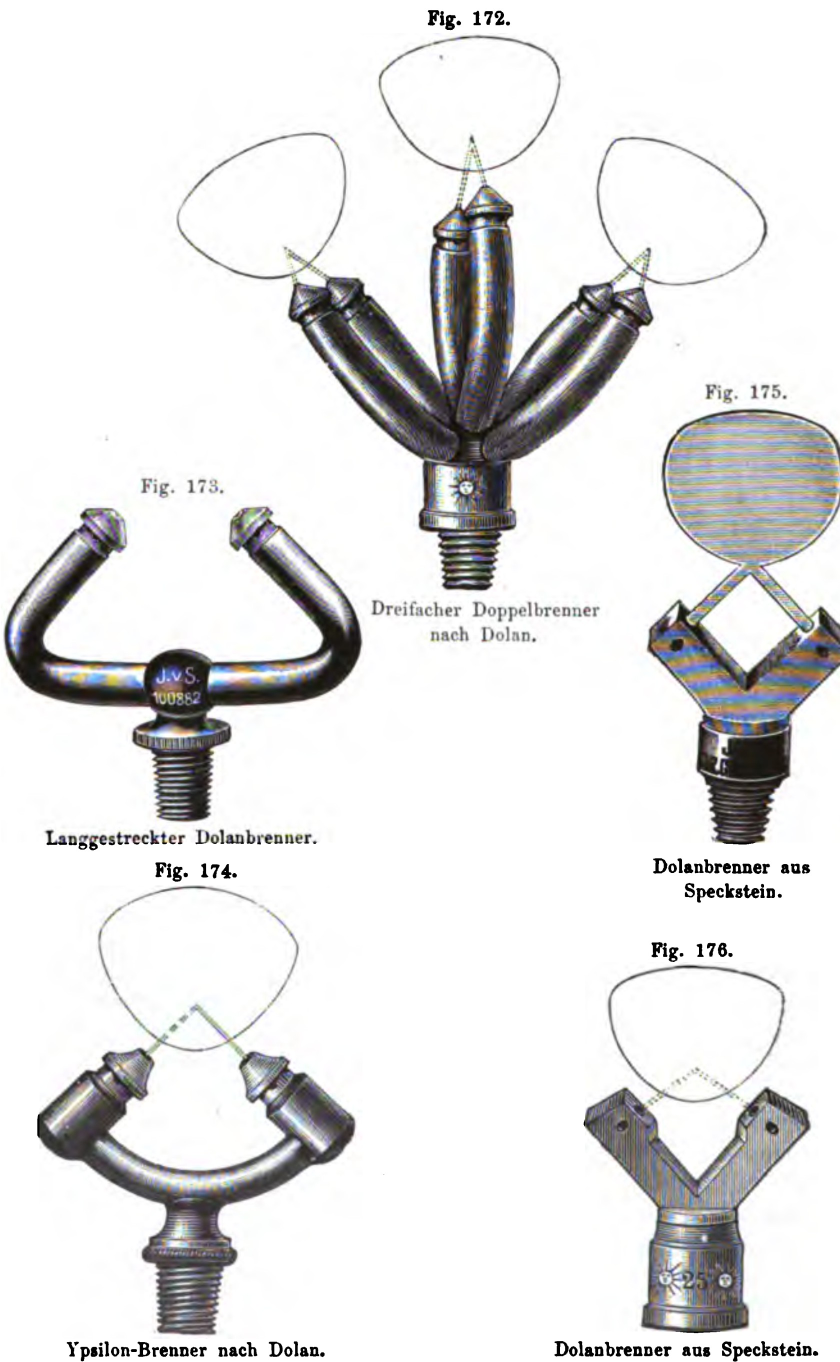


Fig. 172.

Dreifacher Doppelbrenner nach Dolan.

Fig. 173.

Langgestreckter Dolanbrenner.

Fig. 175.

Dolanbrenner aus Speckstein.

Fig. 174.

Ypsilon-Brenner nach Dolan.

Fig. 176.

Dolanbrenner aus Speckstein.

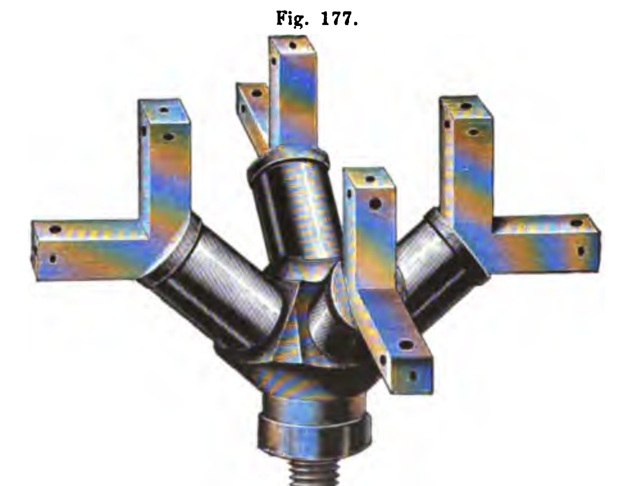
Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 873 40 Liter (Fig. 171)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	33,00	36,75	33,00	0,94
		100	37,50	37,00	34,00	1,08
		120	40,00	38,12	36,32	1,07
Dieselbe 50 Liter	Dieselben	80	49,00	87,00	69,00	0,62
		100	57,00	101,25	82,50	0,62
		120	64,00	112,50	97,50	0,60
Nr. 874 60 Liter (Fig. 172)	Dieselben	80	47,00	45,00	40,50	1,05
		100	52,00	47,00	43,00	1,15
		120	57,00	49,00	46,00	1,20
Dieselbe 75 Liter	Dieselben	80	77,00	105,00	93,75	0,77
		100	90,00	120,00	105,00	0,80
		120	100,00	132,25	120,00	0,78
				Flamme rauscht		
Dieselbe 75 Liter	Dieselben	80	76,00	112,00	100,00	0,71
		100	78,00	119,20	103,20	0,70
		120		Flamme rufst		

Neben diesen Metallgabelbrennern haben sich nach dem Dolanschen Prinzip konstruierte Brenner aus Speckstein eingeführt, welche sich durch eine gute Lichtökonomie, langdauernde Haltbarkeit und Unverrückbarkeit besonders auszeichnen. Dieselben bestehen aus in eine Messingfassung gesteckten Specksteinprismen, welche die Bohrung für das Acetylen, die Mischkammer und zwei seitlich schräg in die Mischkammer reichende Bohrlöcher besitzt. Die Ausströmenden sind entweder glatt (Fig. 175, System von Schwarz) oder vorstehend (Fig. 176, System Stadelmann). Die Brenner werden zu Kombi-

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 865 6 Liter (Fig. 174)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	8,00	4,32	4,32	1,85
		100	8,50	4,48	4,32	1,93
		120	9,10	4,69	4,64	1,94
Dieselbe 10 Liter	Dieselben	80	11,50	12,00	11,32	1,03
		100	14,00	12,80	11,44	1,15
		120	14,25	12,98	12,80	1,11
Dieselbe 15 Liter	Dieselben	80	16,00	14,40	12,98	1,10
		100	16,30	14,40	14,32	1,17
		120	17,00	16,00	14,48	1,11

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 865 20 Liter (Fig. 174)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	19,00	22,40	18,80	1,21
		100	19,50	22,56	20,00	0,91
		120	21,00	24,80	22,24	0,89
Dieselbe 25 Liter	Dieselben	80	24,00	32,80	28,40	0,78
		100	25,00	34,00	30,80	0,78
		120		Flamme zuckt		
Dieselbe 30 Liter	Dieselben	80	30,00	45,60	40,80	0,69
		100	31,50	46,40	42,80	0,70
		120	35,00	47,20	44,80	0,76
Dieselbe 35 Liter	Dieselben	80	27,00	42,40	40,80	0,64
		100	29,50	47,00	45,60	0,63
		120	32,50		Flamme zuckt	
Nr. 865a 10 Liter kleines Format (Fig. 174)	Dieselben	80	8,00	7,76	7,60	1,04
		100	9,50	9,20	8,40	1,06
		120	10,25	9,44	8,80	1,12

Fig. 177.



Kombinationsbrenner nach Dolan.

nations- (Fig. 177) und Reihenbrennern (Fig. 178) vereinigt und werden, wie auch die Metallgabelbrenner, mit Kleinsteller geliefert.

Der photometrische Effekt der Dolanbrenner ist aus folgender Tabelle ersichtlich [1]):

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 888 10 Liter (Fig. 176)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	13,0	11,20	9,60	1,25
		100	13,5	12,00	10,40	1,25
		120	14,0	12,40	11,20	1,18
Dieselbe 15 Liter	Dieselben	80	18,0	20,80	18,40	0,91
		100	18,0	20,80	18,40	0,91
		120	19,0	20,80	18,40	0,96
Dieselbe 20 Liter	Dieselben	80	17,5	20,00	16,80	0,98
		100	18,0	20,00	17,60	0,95
		120	19,0	20,00	17,60	1,01
Dieselbe 25 Liter	Dieselben	80	24,0	32,80	30,40	0,76
		100	25,0	33,80	30,40	0,79
		120	29,0	36,00	33,60	0,82
Dieselbe 30 Liter	Dieselben	80	30,0	49,60	44,00	0,64
		100	32,0	53,00	44,80	0,66
		120	34,0	56,00	48,80	0,65
Dieselbe 35 Liter	Dieselben	80	34,0	64,00	55,20	0,57
		100	39,0	72,00	64,00	0,57
		120	44,0	76,80	71,20	0,59
				Flamme saust		
Nr. 886 6 Liter kleines Format (Fig. 176)	Dieselben	80	4,0	1,20	1,12	3,45
		100	5,0	1,44	1,36	3,57
		120	5,5	1,52	1,44	3,71
Dieselbe 10 Liter	Dieselben	80	8,0	7,20	6,48	1,17
		100	10,0	7,36	6,88	1,20
		120	10,0	7,84	7,20	1,40

Die Brenner dieser Art für grofse Konsume werden nicht nur als Kombinationsbrenner ausgeführt, sondern auch in der Weise (Fig. 179), dafs in einem Brennerkörper mehrere Ausströmkanäle für das Acetylen enthalten sind, und dementsprechend auch eine gröfsere Anzahl Luftlöcher, und zwar je zwei für eine Strömdüse. Diese letzteren sind so gerichtet, dafs alle Gasströme sich in einem einzigen Punkte vereinigen und hier eine flache schöne Flamme bilden. Der Leuchteffekt dieses Brenners, der mit zwei, drei, vier und fünf Kanälen ausgeführt wird, ist ein recht guter. [Mefstabelle auf Seite 409 oben [1]).]

Eine abweichende Konstruktion zeigen die folgenden Brennerkonstruktionen nach Dolan. Bei denselben liegen die Austrittsöffnungen für das Acetylen vertieft und gehen von diesen Vertiefungen

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Schlitze nach beiden Seiten aus, so daſs die Luft zu den Gasaustrittsöffnungen von den Seiten und von oben frei zutreten kann.

Fig. 178.



Reihenbrenner mit Kleinsteller nach Dolan.

Diese Brenner werden ebenfalls als einfache (Fig. 180) und mehrfache (Fig. 181) Strahlenbrenner und als Doppelbrenner (Fig. 182) ausgeführt. Bei der letzteren Konstruktion sind, um an Raum zu sparen (Fig. 183), die

Fig. 179.



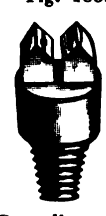
Dreifach-Dolan-Doppelbrenner.

Fig. 180.



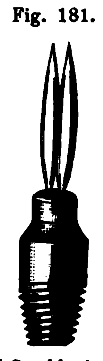
Einfach-Strahlen-brenner

Fig. 183.



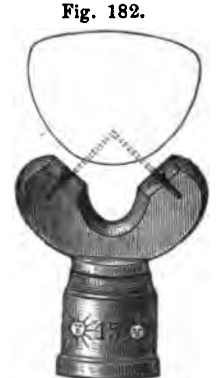
Doppelbrenner mit lotrechten Armen

Fig. 181.



Doppel-Strahlenbrenner modifiziert nach Dolan.

Fig. 182.



Doppelbrenner

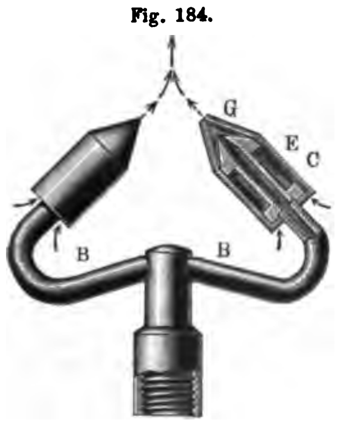
beiden Brennerarme lotrecht auf einem gemeinsamen Wurzelstück angeordnet und nur durch einen kleinen Zwischenraum getrennt.

Die mit diesen Brennern erzielte Lichtausbeute ist geringer als diejenige, welche man bei Verwendung der oben erwähnten Konstruktionen nach Dolan erreicht [Messtabelle auf Seite 410[1])].

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Nr. 890 40 Liter (Fig. 179)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	33,00	56,00	51,20	0,61
		100	34,00	56,80	51,20	0,63
		120	38,00	56,80	51,20	0,70
Dieselbe 50 Liter	Dieselben	80	45,00	71,20	56,00	0,70
		100	46,00	82,40	67,20	0,61
		120	46,00	88,00	76,80	0,55
Dieselbe 60 Liter	Dieselben	80	57,00	84,60	72,00	0,74
		100	60,00	110,40	84,80	0,61
		120	68,00	124,80	92,80	0,63
				Flamme rauscht		

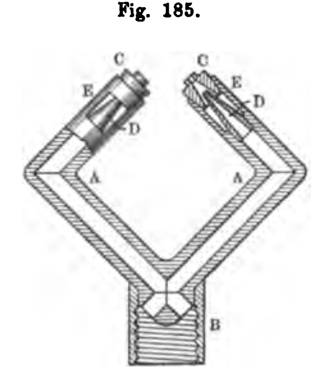
Von anderen Brennerkonstruktionen nach Dolan in Form von Strahlen- oder Doppelbrennern sind noch zu erwähnen: der neue Dolan- und der Argandbrenner. Bei ersterem (Fig. 184) kommt die vom Bill-

Fig. 184.



Neuer Dolan-Doppelbrenner.

Fig. 185.



Doppelbrenner.

willerbrenner bekannte Schutzkappe in Anwendung, welche mit einer größeren Öffnung als die Düse versehen ist. Diese Kappe ist jedoch hier in Form einer Hülse ausgebildet, welche über den eigentlichen Brenner geschoben wird. Die Übertragung der Hitze sowohl auf die

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Doppelstrahlenbrenner (Fig. 181)	v. Schwarz, Nürnberg	80	9,50	12,000		0,79
		100	10,25	13,975		0,73
		120	12,00	15,000		0,80
Nr. 866a 10 Liter (Fig. 182)	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	8,5	7,85	6,56	1,22
		100	9,0	7,84	7,20	1,19
		120	10,2	9,20	9,20	1,10
Nr. 886a 15 Liter	Dieselben	80	13,0	16,80	13,20	0,86
		100	14,5	18,40	16,64	0,82
		120	16,0	21,20	18,40	0,80
Dieselbe 20 Liter	Dieselben	80	17,00	24,80	20,40	0,76
		100	18,50	17,20	26,00	0,79
		120	20,00	28,80	27,60	0,69
Dieselbe 25 Liter	Dieselben	80	22	35,20	29,60	0,68
		100	23,5	40,00	33,60	0,65
		120	25,6	42,40	37,00	0,64
Dieselbe 30 Liter	Dieselben	80	23	40,80	31,20	0,63
		100	27	44,80	37,60	0,65
		120	30	49,60	41,60	0,65
Dieselbe 35 Liter	Dieselben	80	21	35,20	29,60	0,65
		100	23	40,80	33,60	0,61
		120	25	47,20	40,80	0,56

Düse *G* als auch auf den unteren Brennerteil *C* wird in vorteilhafter Weise durch diese cylindrischen Überschiebehüte *E* vermieden. Der Brennerkörper *C* besteht aus Stahl, Eisen oder einem anderen Metall und wird auf das Gasrohr *B* aufgeschraubt.

Dieser Ausführungsform gegenüber weist der in Fig. 185 veranschaulichte Doppelbrenner einige vorteilhafte Unterschiede auf, indem die innere Ausströmungsdüse möglichst unabhängig von der äufseren Kappe bezw. Brennerdüse konstruiert ist, so dafs die Hitze nur in geringem Mafse auf die innere Düse übertragen wird. Die hohlen Brennerarme *A A* sind winklig zu einander vom Cylinderrohr *B* abgezweigt. Die äufseren Kappen *C C*, welche die Ausströmungsdüse *DD* umfassen, werden von einem durchbrochenen cylindrischen Hut oder einem Träger aufgenommen. Dadurch, dafs Luftzuführungskappe *CC* unabhängig von den Ausströmungsdüsen und von deren Gaszuführungsrohr sind, wird eine besonders gute Kühlung des Gasstrahles erreicht.

Die nach dem Dolanschen Prinzip hergestellten Strahlenbrenner werden vorteilhaft auch zu Argandbrennern vereinigt. Dieselben haben vor dem gewöhnlichen Strahlenbrenner den Vorteil, dafs sie mit Cylinder gebrannt werden können, wodurch eine Verstärkung des Zuges

stattfindet und erreicht wird, dafs die Flammenstrahlen, trotz grofser Länge, nicht rufsen. Der Argandbrenner (Fig. 186) besteht aus einer Anzahl Dolan scher Einstrahlbrenner und zeigt folgende photometrische Resultate [1]):

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel | senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Argandbrenner mit niedrigem Cylinder	Stadelmann & Co., Nürnberg	80	54	84,00	0,61
		100	63	104,00	0,60
		120	69	112,80	0,60
Argandbrenner mit hohem Cylinder	Dieselben	80	70	112,00	0,62
		100	77	124,80	0,60
		120	81	156,00	0,52

Ein anderer Argandbrenner, welcher für Acetylengas bestimmt ist, ist derjenige von Sugg [2]) und besteht derselbe aus einer Anzahl von Rohren, die in eine gemeinsame Hohlkammer münden. Dieser Kammer wird durch einen cylindrischen Überwurf die nötige Luft zugeführt und erfolgt die Flammenbildung oberhalb dieser Kammer vollkommen rufsfrei (Fig. 187).

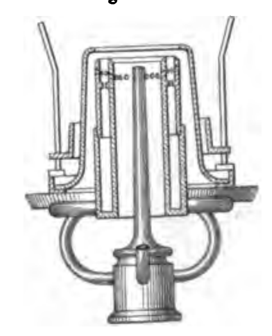
Während allen diesen Konstruktionen das Dolan-

Fig. 186.



Argandbrenner nach Dolan.

Fig. 187.

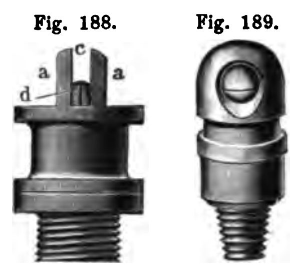


Argandbrenner nach Sugg.

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Brit. Pat. 9251 von 1898.

prinzip bei Strahlen- und Doppelbrennern zu Grunde liegt, ist es v. Schwarz gelungen, das Prinzip der Luftzuführung auch auf Schnittbrenner zu übertragen[1]) und auf diese Weise diese und die ausgezeichneten Gruppenstrahlenbrenner dauernd verwendbar zu machen. Der Zweck, auch bei diesen Typen eine gute Haltbarkeit zu erlangen, wird dadurch erreicht, dafs oberhalb des Gasaustrittsschlitzes *d* ein Bügel *a* angeordnet ist, welcher gleichfalls mit einem Schlitz *c*, jedoch von gröfserer Breite als der Gasaustrittsschlitz, versehen ist und welcher nur an seinen beiden Enden mit dem den Gaskanal enthaltenden Teil des Brenners in Verbindung steht (Fig. 188).

Fig. 188. Fig. 189.



Schnittbrenner nach v. Schwarz.

Der Brenner (Fig. 189) zeigt eine volle klare Flamme und zeichnet sich durch grofse Haltbarkeit aus.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK zur Flammenebene		Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
				parallel	senkrecht	
Schnittbrenner	v. Schwarz, Nürnberg	100	57,85	63,5	58,4	0,950[2])
Derselbe Nr. 8	Derselbe	100	64,15	73,0	64,0	0,940[2])
Derselbe Nr. 9	Derselbe	100	68,22	82,0	76,0	0,873[2])
Derselbe Nr. 10	Derselbe	100	79,80	92,4	99,7	0,821[2])

Anstatt der Schlitzöffnung wird auch der Gasauslafs in Form fortlaufender feiner Öffnungen angeordnet, welche auf einem Halbkreis, ähnlich wie beim Raupschen Strahlenbrenner für reines, nicht mit Luft vermischtes Acetylen, angebracht sind.

Fig. 190.

Gruppenstrahlenbrenner.

Diese Anordnung, welche sich ja auch für reines Acetylen bewährt hat, zeigt hier ebenfalls ihre Vorzüge. Während nämlich der Schlitzbrenner (Fig. 188) nur bei Drucken von 100 mm aufwärts gebrannt werden kann, unterhalb dieses Druckes aber eine dunkle, etwas rufsende Flamme zeigt, giebt der Gruppenstrahlenbrenner (Fig. 190) schon bei 90 mm Druck eine ausreichende, geformte Flamme, deren Lichtergiebigkeit bei gleichen Drucken ebenfalls besser ist als diejenige des Schnittbrenners[2]).

[1]) D. R.-P. Nr. 122 125. — [2]) Caro, Originalmitteilung.

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Gruppenstrahlenbrenner Nr. 7	v. Schwarz, Nürnberg	100	50,20	64,90	60,90	0,785[1])
Derselbe Nr. 8	Derselbe	100	60,32	78,48	72,20	0,781[1])

Fig. 191.



Schnitt- resp. Gruppenstrahlenbrenner nach v. Schwarz.

Fig. 192.



Deckenbrenner nach v. Schwarz.

Der v. Schwarzsche Schnitt- resp. Gruppenstrahlenbrenner wird auch zu verschiedenen Kombinationen vereinigt (Fig. 191 und 192), von denen der Deckenbrenner (Fig. 192) bis 200 Kerzen giebt. Die photometrischen Resultate des Brenners (Fig. 191) sind folgende[1]):

Brennersorte	Herkunft	Gasdruck im mm Wasser	Gasverbrauch pro Stunde in Litern	Lichtstärke in HK parallel zur Flammenebene	Lichtstärke in HK senkrecht zur Flammenebene	Mittlerer Gasverbrauch pro HK und Stunde
Doppelschnittbrenner Nr. 5	v. Schwarz, Nürnberg	120	64,72	83,2	67,2	0,865
Derselbe Nr. 7	Derselbe	120	129,05	150,4	134,4	0,909

Das Material aller dieser Brenner ist, wie wiederholt erwähnt wurde, Speckstein oder Speckstein in Messingfassung. Aufser dieser Ausführung haben sich sogenannte Rubisbrenner bewährt, bei denen die Brennerköpfchen entweder aus Halbedelstein oder, nach einem

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Patent von **Richard** und **Cahén** [1]), aus einem geprefsten und gebrannten Gemisch von krystallinischem Silicium und Retortenkohle bestehen.

Aufser diesen gebräuchlichsten Brennern existieren noch eine Unzahl von Konstruktionen, welche aber alle das gemeinsam haben, dafs dem gebrauchten Acetylen vor der Verbrennung in der einen oder anderen Weise eine solche Menge Luft beigemengt wird, dafs dieselbe einerseits genügt, den Gasstrahl beim Durchgange durch den Brenner zu kühlen, andererseits die Primärverbrennung zu ermöglichen.

Fig. 193.

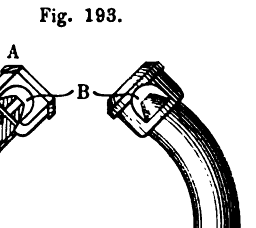
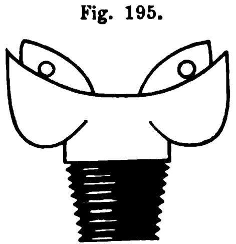


Fig. 194.

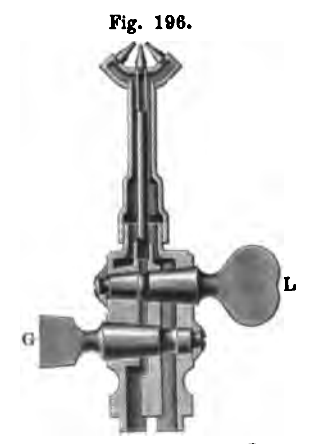
Fig. 195.



Braybrenner mit Luftzuführung.

Von diesen Konstruktionen, von denen es, wie gesagt, eine Unzahl giebt, sind noch besonders erwähnenswert diejenigen von **Bray**. Die eine Ausführung [2]) (Fig. 193) ist durch die Anordnung einer offenen Kappe *A* über der Brennermündung *B*, deren Konstruktion aus Fig. 194 ersichtlich ist, gekennzeichnet. Die Öffnung in der offenen Kappe, durch die der Gasstrom hindurchgeht, mufs weit genug sein, um den Gasstrom bei kleinem Gasdruck abzulenken, und darf auch nicht so weit sein, dafs die Flamme auf die Brennermündung selbst zurückschlägt. Bei richtiger Konstruktion entsteht die Flamme etwa bei *B* (Fig. 193). Eine andere Ausführung [3]) besteht aus einem Oberteil und einem Unterteil, welche vereinigt eine Kombination von eigentlichem Brenner und Luftzuführungskappe bilden (Fig. 195). Beide Brenner ergeben gute Resultate.

Fig. 196.



Brenner von Fraser mit Regulierung der Luftzufuhr.

Eine Regulierung der Luftzufuhr gestattet der Brenner von **Fraser** (Fig. 196), bei welchem die Zuleitung von Luft und Gas auf verschiedenen Wegen geschieht, aber unter

[1]) D. R.-P. Nr. 111762. — [2]) D. R.-P. Nr. 116733. — [3]) Brit. Pat. Nr. 11385 von 1900.

gleichem Druck, und zwar derart, dafs der Gasstrom und der Luftstrom im rechten Winkel aufeinander stofsen und durch besondere Hähne abgedrosselt werden können. Der Brenner hat, soviel bekannt, praktische Anwendung nicht gefunden, ist aber als Versuch, unabhängig vom Druck eine Maximalökonomie zu erreichen, sehr interessant.

Regeln für die Ausführungsform von Acetylenbrennern.

Betrachtet man die mannigfachen Konstruktionen der Leuchtbrenner für Acetylen und die mit denselben erzielten Effekte, so kommt man zu allgemeinen Regeln für ihre Ausführungsformen und kann allgemeine Schlüsse aus deren Wirkungswerten ziehen.

Zunächst ergiebt sich die allgemeine Regel, dafs Brenner mit kleinerem Konsum eine erheblich ungünstigere Ökonomie aufweisen als solche mit hohen Konsumen, und zwar wiederholt sich dieses ebenso bei Brennern mit, wie auch bei solchen ohne Luftzuführung.

Hierbei tritt noch der Umstand ein, dafs solche Brenner mit kleinen Konsumen nur bis zu einem bestimmten, selten 80 mm übersteigenden Druck gut brennen, bei hohen Drucken aber eine rasch sich verschlechternde Ökonomie aufweisen. Die Flamme solcher Brenner saugt bei hohen Drucken eine zu ihrer Verbrennung übergrofse Menge Luft an und verbrennt zum Teil als nichtleuchtende Blauflamme, und zwar ebenfalls bei Anwendung von Brennern beider Kategorien, mit und ohne Luftzuführung.

Als relativ günstig für kleine Konsume hat sich die Anordnung von Einzelstrahlenbrennern (Fig. 125 u. 169) erwiesen. Mit diesen Brennern, namentlich bei reinem Acetylen, werden mittlere Verbrauchszahlen pro HK und Stunde erreicht, wie sie bis jetzt von keiner anderen Anordnung (Schwalbenschwanz-, Fischschwanz-, Doppelbrenner u. s. w.) erreicht worden sind.

Auch bei Brennern mit Luftzuführung und bei absolut gleicher Anordnung des Brennerköpfchens zeigen Strahlenbrenner bei niedrigen Konsumen erheblich geringere Verbrauchszahlen als Doppelbrenner; so z. B. zeigt der Brenner Fig. 169 in seinen beiden Ausführungsformen aus Speckstein in Metall und ganz aus Speckstein bei niedrigen Konsumen durchweg eine bessere Ökonomie als die analog konstruierten Doppelbrenner (Fig. 170 und 174).

Die Anordnung der Einstrahlbrenner für Brenner mit hohem Konsum ist nicht zu empfehlen. Die einzelnen Strahlen werden unerwünscht lang und erhalten rufsende Spitzen, die eine Verschlechterung der Ökonomie mit sich ziehen. Bei den Brennern Fig. 125 und 169 besitzen die Flammen, von Konsumen für 15 Liter angefangen, eine Länge von 20 bis 35 cm. Diese Flammen blaken stark, was natürlich,

abgesehen von allen anderen Übelständen, einen grofsen Lichtverlust mit sich bringt.

Von Brennern mit mittleren Konsumen zeigen die besten Resultate die Luftzuführungsbrenner nach Billwiller und Dolan. Zwar ergeben die Brenner mit reinem Acetylen an sich bessere photometrische Effekte, jedoch ist ihre Dauerhaftigkeit eine derartig begrenzte, dafs sie für praktischen Gebrauch gar nicht in Betracht kommen.

Die Art der Luftzuführung spielt natürlich eine ungemein wichtige Rolle. Die Messungsresultate ergeben, dafs hierbei an erster Stelle die Originalkonstruktionen von Billwiller (Fig. 158 bis 160) und Dolan (Fig. 168 bis 176) stehen, dafs dagegen Brenner, wie Fig. 162, 164 oder Schlitzbrenner (Fig. 180 bis 183) sich ungünstiger stellen. Im allgemeinen kann man sagen, dafs die günstigste Wirkung erreicht wird, wenn die Luftansaugung derart geschieht, dafs eine Ablenkung des Gasstrahles nicht erfolgt, dafs dagegen eine Durchbrechung des Gasstrahles, wie beim Champignonbrenner (Fig. 166) oder Schlitzzuführungsbrenner (Fig. 182 und 183) eine Verminderung der Leuchtkraft nach sich zieht.

Für grofse Konsume kommen zwei Methoden zur Anwendung: entweder werden mehrere Brenner in einer Fassung kombiniert (Fig. 161, 171, 172, 177, 178, 191, 192) oder das Acetylen wird in mehrere voneinander unabhängige Gasstrahle geteilt, welche in ihrem Verlaufe unabhängig bleiben (Fig. 126 bis 135, 160 und 190) oder auch sich zu einer Flamme vereinigen (Fig. 179).

Die Vereinigung von Einzelbrennern zu Kombinationsbrennern ist an sich nicht besonders zu empfehlen. Wie bereits erwähnt wurde, zeigen Brenner mit hohen Konsumen günstigere Ökonomie als solche mit niedrigeren Konsumen. Nun müfste man annehmen, dafs solche Kombinationsbrenner, welche viel Gas verbrauchen, auch pro HK geringe Verbrauchszahlen aufweisen, dem ist aber nicht so. Denn da diese Brenner nur aus Einzelbrennern bestehen, welche an sich einen verhältnismäfsig hohen Stundenverbrauch pro HK aufweisen, so ist auch die mittlere Verbrauchszahl des Kombinationsbrenners eine relativ hohe. So z. B. zeigt der dreifache Brenner Fig. 172 für 60 Liter resp. 75 Liter denselben mittleren Verbrauch wie der analoge Einzelbrenner Fig. 170 für 20 resp. 25 Liter; der zweiflammige Brenner Fig. 165 für 40 resp. 60 Liter zeigt dieselbe Ökonomie wie der entsprechende Einzelbrenner Fig. 164 bei 20 resp. 25 Liter Verbrauch u. s. w.

Dieses bedeutet für die Zweifach- u. s. w. Brenner eine Verschlechterung der Ökonomie gegenüber Einzelbrennern gleicher Art; denn während z. B. der Einzelbrenner Fig. 164 bei einem Konsum von 30 Litern eine mittlere Verbrauchszahl pro HK und Stunde von rund 0,6 Litern zeigt, weist der zweifache Brenner Fig. 165 der gleichen Art bei demselben Konsum einen Verbrauch von rund 1,01 Liter auf

und ähnliche Verhältnisse herrschen auch bei den Brennern Fig. 170 und 171 resp. 172.

Dagegen erweist sich die Anordnung des Brenners als Gruppenstrahlenbrenner auch für Brenner mit hohen Konsumen als günstig. So zeigen der als Gruppenstrahlenbrenner zu betrachtende Argandbrenner Fig. 186, der Zweistrahlenbrenner Fig. 181 recht gute Verbrauchsziffern, überraschend gut, wenn man den kleinen Konsum derselben in Betracht zieht.

Die Teilung des Acetylenstromes in Einzelstrahlen hat sich für hohe Konsume auch bei Brennern anderer Ausführungsarten als günstig erwiesen. So zeigt der Brenner Fig. 190 einen fast um 20 Proz. günstigeren Effekt als der sonst ganz gleich konstruierte, aber mit einem Schlitz versehene Brenner Fig. 188. Der Brenner Fig. 176 weist schon bei einem Konsum von 35 Litern ein starkes Rauschen der Flamme auf, während der mehrstrahlig angeordnete Brenner Fig. 179 noch bis 60 Liter Konsum eine ruhige Flamme giebt mit gleich günstiger Ökonomie wie Brenner Fig. 176 bei hohem Konsum.

Welchen Einfluſs die Stellung und Lage der einzelnen Strahlen auf den totalen photometrischen Effekt ausübt, ist bereits bei Beschreibung der Lichtstrahlenbrenner ausgeführt worden.

Hinsichtlich des angewendeten Druckes ist zu bemerken, daſs für gewöhnlich Brenner für reines Acetylen bei einem erheblich niedrigeren Drucke die Maximalhelligkeit erlangen als Brenner mit Luftzuführung. Die Dauerhaftigkeit der Brenner richtet sich, wie ebenfalls schon angeführt wurde, nach ihrer Konstruktion und Ausführung und wird auch in hohem Grade von den Verunreinigungen des Gases beeinfluſst. Bei genügend gereinigtem Gase ist der Verschleiſs der Luftzuführungsbrenner nur ein sehr unbedeutender.

Glühlichtbeleuchtung mittels Acetylen.

Die Intensität des gewöhnlichen Acetylenlichtes ist in erster Reihe abhängig von der hohen Temperatur der bei Verwendung des Acetylens erhaltenen Flamme[1]). Diese hohe Flammentemperatur bedingt aber auch, daſs sich Acetylen vorzüglich als Leuchtstoff für Glühlicht eignet.

Bekanntlich beruht die moderne Beleuchtung mittels Gasglühlicht darauf, daſs in die entleuchtete Gasflamme ein fester Körper gebracht wird, der durch die Hitze der Flamme zum Glühen gelangt und in diesem Zustande leuchtende Strahlen entsendet. Die Strahlung dieser Körper hängt, entsprechend dem Lummer-Pringsheimschen Gesetze, in erster Reihe von der Verbrennungstemperatur des Leuchtgases ab

[1]) Vergl. oben S. 365.

und sind die hierbei auftretenden Reaktionen bereits bei Besprechung der Beleuchtung mittels Acetylen [1]) erwähnt worden.

Die Verbrennungstemperatur einer Flamme ist, abgesehen von der Verbrennungswärme des als Leuchtstoff dienenden Materials (Gas, Dampf), abhängig von ihrem Volumen, d. h. eine Flamme ist desto heifser, in je kleinerem Volumen sich der Verbrennungsvorgang abspielt.

Bei der Glühlichtbeleuchtung wird erreicht, dafs die intensivste Verbrennung, d. h. die höchste Entwickelung der Flammentemperatur, auf der dem Auge zugänglichen Oberfläche des in die Flamme eingebrachten festen Körpers dadurch erfolgt, dafs letzterem Substanzen beigefügt werden, welche, wie z. B. Ceroxyd, als Sauerstoffüberträger wirken [2]) resp. dafs die Lichtemission infolge der gröfseren specifischen Wärme dieser Körper erhöht wird [3]).

Es ist deshalb der Effekt der Glühlichtbeleuchtung abhängig einmal von der erzielbaren Flammentemperatur und mithin auch von der Verbrennungswärme, dann aber auch von der Natur resp. Menge der dem Glühkörper einverleibten katalytischen Substanz. Bekanntlich [4]) ist die Verbrennungswärme von Acetylen eine hohe, höher als diejenige anderer gebräuchlicher Leuchtstoffe. Es beträgt der Heizwert pro Kubikmeter in Kalorien für

Generatorgas	950
Wassergas	2500 [5])
Luftgas (Aerogengas)	2870 [6])
Wasserstoff	3080
Leuchtgas	5000
Acetylen	14000

Dementsprechend ist auch die Temperatur der entleuchteten Flamme eine hohe, da, wie Eitner [7]) gefunden hat, beide Werte voneinander abhängig sind. Es beträgt die theoretische Flammentemperatur von:

Methan, CH_4,	2400° C.
Äthan, C_2H_6,	2850° C.
Propan, C_3H_8,	2853° C.
Äthylen, C_2H_4,	2750° C.
Acetylen, C_2H_2,	3200° C.

Nach den Untersuchungen von Eitner [8]) berechnet sich die Flammentemperatur eines eben noch explodierenden Gemenges von Acetylen (3,35 Proz.) und Luft (96,65 Proz.) zu 1240° C., nach denjenigen von Le Chatellier [9]) beträgt die Flammentemperatur eines Gemisches von:

---

[1]) Vergl. S. 366. — [2]) Bunte. — [3]) Rasch. — [4]) Vergl. „Physik des Acetylens", S. 139. — [5]) Strache, Journ. f. Gasbel. **44**, 25. — [6]) Wedding, ebenda 572. — [7]) Ebenda **45**, 363. — [8]) Journ. f. Gasbel. **45**, 363. — [9]) Vergl. Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 396.

74,00 Proz. Acetylen und 26,00 Proz. Luft	. . .	2420° C.
12,90 „ „ „ 87,10 „ „	. . .	2260° C.
17,37 „ „ „ 82,63 „ „	. . .	2100° C.

Sofern die natürliche Flammentemperatur in Betracht kommt, stellt sich das Acetylen als Material für Glühlichtbeleuchtung sehr günstig. Am günstigsten gestaltet sich die durch das Material des Glühkörpers hervorgerufene lokale Erhöhung der Verbrennungstemperatur, wenn man zur Imprägnation der Glühkörper eine Lösung benutzt, welche 97 bis 98 Proz. Thornitrat und 2 bis 3 Proz. Cernitrat (neben dem zur Verbrennung der Faser nötigen Ammonnitrat) in 35proz. Konzentration enthält[1]). Solche Glühkörper geben mit Acetylen um 15 bis 20 Proz. bessere Leuchteffekte, als die gewöhnlichen aus 99 Proz. Thoroxyd und 1 Proz. Ceroxyd bestehenden Strümpfe.

Die für das Leuchtgas empfehlenswerte Verwendung von Ramiegarn, dessen Einzelfaser dicker ist als bei Baumwolle, zur Herstellung von Glühkörpern[2]) hat sich für Acetylen als sehr vorteilhaft herausgestellt[3]). So erhaltene Glühkörper (Handelsmarke „Leucofirm") geben aufserordentlich günstige photometrische Effekte, wie dies die weiter unten mitgeteilten Mefstabellen der verschiedenen Glühlichtbrenner zeigen. Sie besitzen dagegen den Nachteil, dafs sie für den Transport in abgebranntem Zustande nicht kollodioniert werden können. Kollodionierte, so hergestellte Glühkörper hinterlassen nämlich beim Abbrennen eine so wenig zusammenhängende weiche Asche, dafs sie beim Anzünden des Brenners sofort aufplatzen. Es ist möglich, diese Glühkörper auch zu kollodionieren, wenn man der Lösung einige Zusätze anderer seltener Erden macht[4]). Glühkörper aus besonders präpariertem Asbest als Träger des Ceroxydes (Verfahren von Saubermann) sollen ebenfalls für Acetylen sehr geeignet sein und gute Lichtresultate ergeben[5]), ebenso sogenannte Plaisetty-Glühkörper aus künstlicher Seide mit gleichfalls dicker Einzelfaser.

Wenn demnach die Verwendung des Acetylens als Leuchtstoff für Glühlicht seinen calorischen Eigenschaften nach empfehlenswert erscheint, so begegnete die technische Lösung dieses Problems anfänglich grofsen Schwierigkeiten, da es nur schwer gelungen ist, eine bei verhältnismäfsig niedrigen Drucken stetig brennende, entleuchtete und entsprechend dem Glühkörper geformte Flamme zu erhalten.

Diese Schwierigkeiten waren bedingt durch die bekannte Eigenschaft des Acetylens, in ziemlich weiten Grenzen mit Luft Explosionsgemische zu bilden, ferner sich verhältnismäfsig leicht bei hoher Temperatur unter Abscheidung schwerer Kondensationsprodukte bezw. von Kohlenstoff zu zersetzen.

---

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Killing, Journ. f. Gasbel. 45, 461. — [3]) Caro, Originalmitteilung. — [4]) Derselbe, Originalmitteilung. — [5]) Gersondé, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 108.

Die Acetylen-Luft-Mischungen, welche praktische Verwendung im Glühlichtbrenner finden können, sind explosive Gemische, denn nicht explodierende Gemenge von Acetylen und Luft sind entweder nicht brennbar, falls sie weniger als 3,5 Proz. Acetylen enthalten (untere Explosionsgrenze) oder verbrennen mit rufsender Flamme, falls in ihnen mehr als 50 Proc. Acetylen vorhanden ist (obere Explosionsgrenze).

Mit solchen Gemischen eine geformte Flamme zu erhalten ist nur dann möglich, wenn die Geschwindigkeit der Ausströmung gröfser ist als diejenige der Fortschreitung der Explosion, denn nur in solchem Falle erfolgt ein Ausbrennen des Gasgemisches an der Brennermündung. Ist dagegen die Geschwindigkeit der Ausströmung geringer als diejenige der Fortpflanzung der Explosion, so tritt eine Zündung in der ganzen Masse des Gemisches ein, d. h. die Flamme schlägt im Brenner zurück.

Die Zündfortpflanzung für brennbare Acetylen-Luft-Gemische beträgt 5 bis 10 m in der Sekunde. Wollte man solche Gemische mit einer Ausströmgeschwindigkeit aus dem Brennerrohre austreten lassen, die gröfser ist als 5 bis 10 m, so müfste man Drucke anwenden, welche die üblichen von 100 mm Wassersäule weit übersteigen und denen auch die gewöhnlichen Glühkörper nicht Stand halten würden.

Die ersten Glühlichtbrenner sind mit Drucken bis zu 500 mm gebraucht, ohne dafs ein Zurückschlagen der Flamme vermieden werden konnte. Das Bestreben der Brennerkonstrukteure war deshalb darauf gerichtet, eine Form zu finden, bei der auch bei niedrigerem Drucke ein Zurückschlagen des Brenners nicht eintritt.

Hierbei wurde eine zuerst von Le Chatellier[1]) beobachtete, sodann von Eitner[2]) bestätigte Eigenschaft der Acetylen-Luft-Gemische verwendet, nach welcher das Explosionsbereich solcher Gemische desto geringer wird, je enger der Durchmesser des Gefäfses ist, in welchem sich das Gemisch befindet.

Welche Einflüsse dies bewirken, ob lediglich die stärkere äufsere Abkühlung oder auch die von Le Chatellier beobachtete Verlangsamung der Zündgeschwindigkeit in engen Röhren, sei dahingestellt. Thatsächlich folgt aus den von Le Chatellier bei seinen Explosionsversuchen in Röhren gefundenen Werten[3]), dafs es bei Verwendung von engen Brennerröhren möglich ist, brennbare Acetylen-Luft-Gemische zu verwenden, wenn das Verhältnis von Acetylen zu Luft ein derartiges ist, dafs es sich aufserhalb des für die betreffende Rohrweite geltenden Explosionsbereiches befindet. So z. B. können alle Gemische mit mehr als 25 oder weniger als 4,5 Proz. Acetylen aus einem 4 mm-Rohr auch ohne alle Drucksteigerung ausgebrannt werden, ohne dafs eine Explosion (Zurückschlagen der Flamme) erfolgt, denn solche Gemische sind für die betreffende Rohrweite unexplosiv.

---

[1]) Compt. rend. 121, 1144. — [2]) Journ. f. Gasbel. 45, 1 u. flgde. — [3]) Vergl. Tabelle S. 146.

Die Erhaltung solcher bestimmter Gemische bietet naturgemäfs grofse Schwierigkeiten. Erleichtert wird die Aufgabe, nicht zurückschlagende Brenner zu konstruieren, dadurch, dafs in engen Röhren nicht nur die Explosionsgrenzen zusammengehen, d. h. der Explosionsbereich ein geringerer wird, sondern dafs auch, wie Le Chatellier gefunden hat [1]), die Zündgeschwindigkeit verlangsamt wird. Eine richtige Glühlichtbrennerausführung kann demnach erreicht werden, wenn das Verhältnis von Luft zu Acetylen so geregelt wird, dafs Gemische erhalten werden, welche in dem als Brenner verwendeten Rohr nicht explodieren oder deren Explosionsfortpflanzung in dem benutzten Rohr geringer ist, als die auch bei gewöhnlich angewendetem Druck (80 bis 100 mm Wassersäule) erreichte Ausströmungsgeschwindigkeit.

Bei den im Gebrauch befindlichen Brennern wird dieses Konstruktionsprinzip fast durchgängig angewendet, jedoch richtet sich der erzielte Effekt in erster Linie nach der Sorgsamkeit der Fabrikation.

Es genügt nämlich nicht, dafs ein dem oben geschilderten Prinzip entsprechendes Gemisch erlangt wird, es mufs auch dafür Sorge getragen werden, dafs der Brenner relativ kühl bleibt und dafs das richtige Verhältnis von Acetylen zu Luft auch während der Funktion, d. h. beim Brennen, bewahrt bleibt.

Bekanntlich besitzt Acetylen eine hohe Verbrennungswärme und auch eine grofse Flammentemperatur, und bewirkt dies, dafs die Brenner im Gebrauche sehr heifs werden. Nun zeigt Acetylen die Eigenschaft, bei höherer Temperatur Kondensationsprodukte zu bilden [2]), infolgedessen erfolgt in heifsen Brennern sehr leicht eine Abscheidung von Teer, welcher die feinen Ausströmdüsen verstopft, wodurch das Verhältnis von Acetylen zu Luft gestört wird und ein Zurückschlagen des Brenners erfolgt.

Die Erhöhung der Temperatur des Brennerrohres bewirkt aber auch, dafs die Explosionsgrenzen für die betreffende Rohrweite sich verschieben. Wie Eitner [3]) feststellte, findet bei erhöhter Temperatur eine Erweiterung des Explosionsbereiches statt. Es kann deshalb vorkommen, dafs ein im Anfange gut funktionierender Brenner beim Dauergebrauche zurückschlägt, und dies um so eher, als die Erwärmung des Brennerrohres eine Verschiebung der Zugverhältnisse mit sich bringt, d. h. eine Abänderung der Mengen der durch den Gasstrom angesaugten Luft.

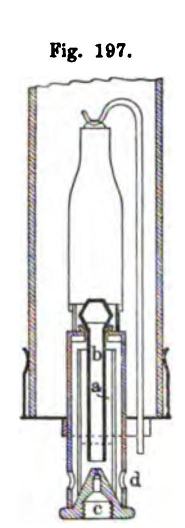
Genaue Abmessung der Luft- und Gaszuströmöffnungen im Verhältnis zum Durchmesser des Brennerrohres, Erhaltung eines konstanten Gemisches auch beim Gebrauche und Verhütung einer übermäfsigen Erwärmung des Brennerrohres sind die Hauptaufgaben, die beim Brennerbau gelöst werden müssen. Von den im Handel befindlichen Brennern ist dieses Problem zuerst im Jahre 1900 bei denjenigen der

[1]) Vergl. S. 148. — [2]) Vergl. S. 194. — [3]) Journ. f. Gasbel. 45, 64.

Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft zu Berlin, und zwar mit bewufster Benutzung des Le Chatellierschen Prinzips gelöst worden.

Doch schon früher sind diesbezügliche Versuche gemacht worden, wobei, wenn auch unbewufst, das oben erwähnte Prinzip angewendet wurde. So besteht der Brenner von Weber[1]) aus dem Mischrohre *a*,

Fig. 197.



Glühlichtbrenner von Weber.

Fig. 198.



Glühlichtbrenner von Trendel.

Fig. 199.



Alter Glühlichtbrenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylengesellschaft in Berlin.

in welches das eigentliche Brennerrohr *b* eingehängt ist. Der Acetylenzutritt erfolgt durch die Düse *c*, der Luftzutritt durch die Öffnungen *d* (Fig. 197).

Ähnlich konstruiert ist der Brenner von Trendel (Fig. 198[2]). Auch hier befindet sich im Hauptmischrohr *b* ein enges zweites Mischrohr *e*, dessen Ausströmungsöffnung in das erstere zu dem angegebenen Zwecke hineinragt, eine vollkommene Mischung von Gas und Luft zu erzielen, wobei jedoch der thatsächliche Erfolg erreicht wird, dafs ein Zurückschlagen der Flamme durch dieses enge Rohr vermieden wird.

Gute Resultate bezüglich Haltbarkeit und Lichteffekt zeigen auch die schon oben erwähnten Brenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft. Dieselben sind lediglich eine Nachbildung des bekannten Bunsenbrenners, jedoch ist durch zweckmäfsige Dimensionierung der Acetylen- und Luftzuführungsöffnungen der Effekt erreicht, dafs der Brenner auch bei ziemlich schwankenden Drucken (60 bis

[1]) Schweiz. Pat. Nr. 16326/267. — [2]) D. R.-P. Nr. 108170.

120 mm) gut brennt, wenig heifs wird und deshalb auch nicht zurückschlägt. Die Ausströmdüse für Acetylen ist höher gelagert als die Luftzuströmöffnungen und ist dadurch, auch ohne Anwendung der beim Steinkohlengasbrenner üblichen Durchschlagsplatten, ein Durchschlagen des Brenners von aufsen vermieden. Die Brennermündung ist etwas eingeengt, wodurch ein Rückschlag entsprechend dem Le Chatellierschen Prinzipe erschwert wird (Fig. 199).

Die Messung dieses Brenners ergab folgende Resultate [1]):

Nummer	Konsum pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Lichtstärke in HK	Lichtergiebigkeit in HK pro Liter und Stunde
1	7,0	80	16,80	2,40
	8,0	100	26,40	3,30
	9,5	120	32,80	3,45
2	14,5	80	41,00	2,82
	16,0	100	50,74	3,17
	17,0	120	55,28	3,25

Die Dauerprüfung ergab folgende Zahlen [2]):

Nummer	Konsum pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Helligkeit in HK				
			bei Beginn	nach 50 Stunden	nach 100 Stunden	nach 150 Stunden	nach 200 Stunden
2	15,2	100	50,7	46,0	45,0	45,0	43,5
3	19,3	100	41,6	49,5	49,0	48,5	45,2

Eine ähnliche Konstruktion zeigt der Brenner der „Hera-Prometheus"-Aktien-Gesellschaft in Berlin. Die mit diesem Brenner erhaltenen Resultate sind aus folgender Tabelle ersichtlich [3]):

Nummer	Konsum pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Helligkeit in HK					Lichtergiebigkeit in HK pro Liter und Stunde
			bei Beginn	nach 50 Stunden	nach 100 Stunden	nach 150 Stunden	nach 200 Stunden	
2	12,0	80	33,6					2,80
	14,0	100	44,0	44,5	45,0	45,0	43,5	3,14
	15,5	120	47,0					3,03

[1]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 395. — [2]) Derselbe, ebenda. — [3]) Derselbe, ebenda.

Diese Bunsenkonstruktionen ergeben, wie ersichtlich, einen recht guten photometrischen Effekt von relativ guter Beständigkeit, jedoch zeigen sie einige Mifsstände, welche ihre praktische Verwendung zu beeinträchtigen im stande sind. Wie oben ausgeführt wurde, beruht die richtige Funktion der Acetylenglühlichtbrenner darin, dafs im Brennerrohr von bestimmtem Durchmesser ein bestimmtes Gas-Luft-Gemisch erzeugt wird, welches in diesem Rohre nicht explodiert resp. dessen Explosionsgeschwindigkeit in demselben kleiner ist, als die bei gewöhnlichem Betriebsdruck erzielte Ausströmgeschwindigkeit.

Um ein solches Gasgemisch zu erzielen, mufs das Acetylen mit einer gewissen Geschwindigkeit aus der Düse strömen und hierbei eine bestimmte Menge Luft mitreifsen. Nun ist es selbstverständlich, dafs diese Geschwindigkeitsverhältnisse nur dann eintreten, wenn der Brenner brennt, d. h. wenn die heifsen Gase einen gewissen ständigen Zug und damit eine gewisse ständige Geschwindigkeit erreichen. Ist dieser Zustand noch nicht eingetreten, wie es z. B. im Augenblick des Anzündens der Fall ist, so bildet sich ein Gas-Luft-Gemisch, das auch für die betreffende Brennerweite explosiv ist. Die Folge davon ist, dafs der Brenner beim Anzünden knallt.

Auch im Augenblick des Auslöschens tritt eine solche Erscheinung ein; durch die Abdrosselung der Gaszufuhr erfolgt einerseits eine Störung des Gleichgewichtes zwischen Luft und Gas und andererseits auch eine Verringerung der Ausströmgeschwindigkeit; die Folge davon ist, dafs sich explosive Gemische bilden, welche, weil sie der betreffenden Rohrweite nicht entsprechen und nur langsam ausströmen, auch thatsächlich explodieren, d. h. ein Knallen des Brenners verursachen. Dasselbe findet natürlich auch bei Verminderung des Druckes während der Brennperiode statt, was sich im Zurückschlagen des Brenners äufsert.

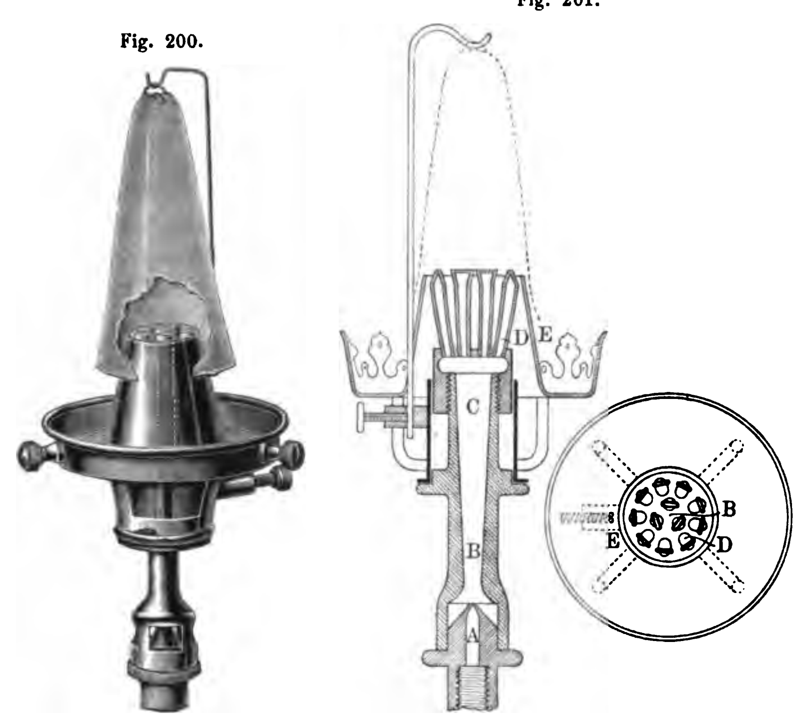
Das Knallen der Flamme beim Anzünden und Auslöschen übt aber einen sehr nachteiligen Einflufs auf die Haltbarkeit des Brenners aus. Abgesehen davon, dafs solche kleinen Explosionen Erschütterungen des Glühkörpers verursachen, welche seine Dauerhaftigkeit beeinträchtigen, erfolgen hierbei stets Ablagerungen von Teer bezw. Rufs im Brennerrohre, die zu einer Verstopfung der feinen Düsenöffnungen führen.

Bei den neueren Konstruktionen von Glühlichtbrennern ist deshalb versucht worden, diesem Übelstande nach Möglichkeit abzuhelfen. In den Brennern der Compagnie Française de l'Acétylène dissous-Paris soll dies dadurch erreicht werden, dafs man im Brennerrohre ein Gas-Luft-Gemisch erzeugt, welches verhältnismäfsig wenig Luft enthält und deshalb oberhalb der für dieses Rohr geltenden Explosionsgrenze liegt. Die endgültige Luftzuführung erfolgt sodann an der Mündung der Ausströmröhren selbst. Fig. 200 und 201 zeigen die betreffende Konstruktion. Das Acetylen strömt aus ber Düse *A* in den Kanal *B*, in welchem es sich mit einer gewissen, durch seitliche Öffnungen an-

gesaugten Luftmenge vermischt. Das Gemisch steigt in den erweiterten Teil des Brennerrohres und wird hier verteilt in eine Anzahl voneinander abstehender Röhrchen *D*. Letztere haben einen Durchmesser von einigen Millimetern, um die Ausströmgeschwindigkeit nicht zu vermindern. An ihrem oberen Ende sind sie bis auf einen engen Spalt zusammengequetscht, so dafs die Explosionsgrenze stark

Fig. 201.

Fig. 200.



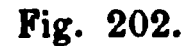
Glühlichtbrenner der Compagnie Française de l'Acétylène dissous in Paris.

herabgesetzt wird. Das System der Brennerröhrchen ist von einer konischen Kappe *E* umgeben, die innerhalb des Glühkörpers endigt, wodurch dem Acetylen-Luft-Gemische im Augenblick des Verbrennens die erforderliche Verbrennungsluft zugeführt wird.

Wie man sieht, ist hier das Prinzip der Petroleum-Blaubrenner verwertet worden. Der Brenner zeigt naturgemäfs weder beim Anzünden noch beim Auslöschen die Erscheinung eines starken Knalles, da ja im Rohre selbst ein explodierendes Gemenge nicht vorhanden ist. Dagegen erweist sich, dafs er nur bei hohen, über 120 mm liegenden Drucken regelmäfsig brennt und auch hierbei gegen äufsere Störungen (Luftzug u. s. w.) empfindlich ist, indem die entleuchtete Flamme Neigung zeigt, in eine leuchtende Flamme umzuschlagen, was zum Verrufsen des Glühkörpers führt.

Der photometrische Effekt dieses Brenners ist recht gut, wie folgende Tabelle erweist[1]):

Nummer	Konsum pro Stunde in Litern	Druck in mm	Helligkeit in HK	Lichtergiebigkeit in HK pro Stunde und Liter
	18,6	80		
1	20,0	100	60,2	3,00
	21,2	120	65,7	3,10


Fig. 202.



Glühlichtbrenner System „Schimeck".

Ein anderes Prinzip wird verfolgt im Brenner „System Schimeck" von Güntner in Wien (Fig. 202). In diesem Brenner wird das Acetylen-Luft-Gemisch im Brennerrohr selbst erzeugt, jedoch wird erstrebt, die Mischung erst im oberen Teile desselben vor sich gehen zu lassen. Dies wird dadurch erreicht, dafs die Luftzuführungsöffnungen *A* in Form schräg verlaufender Schlitze im Innern des konisch geformten Körpers *B* angeordnet sind. Auf diese Weise erfolgt die Luftzuführung und hierdurch auch die Gasmischung oberhalb der Gasausströmdüse. Wird nun der Hahn beim Auslöschen des Brenners geschlossen, so kann ein Rückschlag nicht bis zur Düse selbst erfolgen, weil das explosive Gemisch bis dahin gar nicht reicht und wird das Knallen vermieden. Andererseits ist aber auch dieser Brenner gegen äufsere Einflüsse (Luftströmungen u. s. w.) empfindlich, da dieselben die nur im kleinen Raume stattfindende Luft-Gas-Mischung stören, und neigt deshalb der Brenner zur Bildung einer Leuchtflamme, d. h. zum Verrufsen. Die unterhalb der Luftzuführungsschlitze befindliche Schraubenplatte *C* dient zur Regulierung des Luftzutritts.

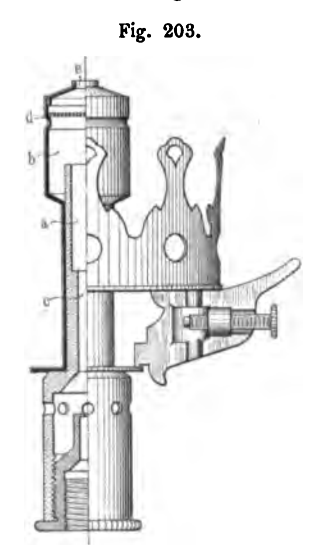
Die photometrische Untersuchung des Brenners ergab folgende Resultate[2]):

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Caro, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 395 und Originalmitteilung.

Nummer	Konsum pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Lichtstärke in HK				Lichtergiebigkeit in HK pro Stunde und Liter
			bei Beginn	nach 50 Stunden	nach 100 Stunden	nach 200 Stunden	
1	11,5	80	37,6	38,2	37,4	36,2	3,27
	13,0	100	44,0	45,0	43,9	42,8	3,38
	14,0	120	51,2	52,0	50,8	49,2	3,60
2	13,0	80	42,0	43,0	42,0	41,1	3,36
	14,0	100	48,0	49,1	48,8	47,6	3,43
	15,0	120	56,0	56,0	55,1	54,6	3,60

Wie erwähnt wurde, beruht die Neigung des Güntnerschen Brenners zum Verrufsen auf dem Umstande, dafs die totale Mischung des Acetylens mit der Luft nur unvollständig erfolgen kann. Deshalb ist eine neuere Konstruktion der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft [1]) vorzuziehen, bei welcher die Bildung des explosiven und zum Knallen Anlafs gebenden Acetylen-Luft-Gemisches oberhalb der Düsenöffnung und nur in einem Teile des Rohres erfolgt, aber in diesem Teile auch thatsächlich eine innige Mischung stattfindet. Der angegebene Zweck wird dadurch erreicht, dafs das Brennerrohr an seinem oberen Ende zu einer Kammer erweitert ist. Beim Übergange aus dem engeren Teile des Rohres in den weiteren findet eine Geschwindigkeitsänderung statt, welche zur Erzeugung einer innigen Mischung zwischen Gas und Luft führt, wobei im übrigen das System des Bunsenbrenners vollkommen beibehalten wird.

Fig. 203.



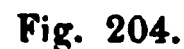
Neuer Glühlichtbrenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylengesellschaft in Berlin.

Die Durchmischung wird noch dadurch erhöht, dafs sich unterhalb der Mischkammer eine Einschnürung befindet, die nach dem wiederholt erwähnten Le Chatellierschen Prinzip gleichzeitig einen Rückschlag der Flamme erschwert. Ein Rückschlag im oberen Teile des Brenners ist durch Einfügung von Sieben in die Brennermündung vermieden. Der Brenner zeigt weder beim Anzünden noch beim Auslöschen die Erscheinung eines übermäfsigen Knalles (Fig. 203).

Die Messungen des Brenners sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich [2]):

[1]) D. R.-P. Nr. 177 490. — [2]) Caro, Originalmitteilung.

Nummer	Glühkörper-material	Verbrauch pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Lichtstärke in HK	Lichtergiebigkeit in HK pro Stunde und Liter
2	Baumwolle	16,0	80	52,80	3,3
		17,0	100	66,30	3,9
		18,2	120	78,60	4,1
1	Ramie (Leukofirm)	10,0	80	46,20	4,2
		12,0	100	58,80	4,9
		12,5	120	66,20	5,3
2	Ramie (Leukofirm)	16,0	80	70,40	4,4
		18,0	100	91,80	5,1
		19,0	120	100,70	5,3


Fig. 204.



Glühlichtbrenner „Zenith" von Gebr. Jacob in Zwickau.

Mit ähnlichen Mitteln wird der angestrebte Zweck, Erzeugung eines innigen Gemisches von Luft und Gas in einem oberhalb der Gasausströmdüse befindlichen Teile des Brennerrohres in dem Brenner „Zenith" von Gebr. Jacob in Zwickau (Fig. 204) erreicht. Auch hier erfolgt die eigentliche Bildung des Blaugases in der oberen Kammer, während im übrigen der Brenner als Bunsenbrenner ausgebildet ist. Die Luftzufuhr kann durch Höher- und Niedrigschrauben der Glocke *B* auf dem Gewinde *C* geregelt werden. Um einen Rückschlag in die Kammer *A* zu verhindern, ist auch hier die Ausströmöffnung derselben mit zwei Sieben abgeschlossen, die jedoch in *D* unterhalb der eigentlichen Brennermündung *E* gelagert sind, so dafs man die Gaszufuhr, ohne dafs der Brenner zurückschlägt, bis zur Gröfse einer Sparflamme vermindern kann und dennoch ein Durchbrennen der Siebe nicht stattfindet.

Der Brenner zeigt folgende photometrischen Resultate[1]):

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Nummer	Glühkörper-material.	Verbrauch pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Lichtstärke in HK	Lichtergiebigkeit in HK pro Stunde und Liter
1	Baumwolle	9,2	60	30,70	3,30
		10,6	80	42,90	4,05
		11,3	100	47,40	4,20
2	Baumwolle	15,8	60	50,30	3,50
		17,2	80	68,80	4,00
		19,0	100	80,00	4,20
1	Ramie (Leukofirm)	9,2	80	39,60	4,30
		10,6	100	65,10	5,20
		11,3	120	67,20	5,50
2	Ramie (Leukofirm)	15,8	80	66,40	4,20
		17,2	100	91,20	5,30
		19,0	120	104,50	5,50

Bei den neueren Brennern von Güntner ist ebenfalls die Einrichtung einer erweiterten Mischkammer getroffen worden, ohne dafs jedoch die Nachteile der Schlitzzuführung hierdurch vollständig behoben worden sind. Die Messungen dieses Brenners ergaben[1]:

Nummer	Glühkörper-material	Verbrauch pro Stunde in Litern	Druck in mm Wassersäule	Lichtstärke in HK	Lichtergiebigkeit in HK pro Stunde und Liter
2	Baumwolle	20,2	80	66,7	3,30
		21,5	100	73,5	3,42
		22,2	120	76,3	3,43
2	Ramie (Leukofirm)	20,2	80	97,0	4,60
		21,5	100	101,0	4,70
		22,2	120	101,3	4,70

Aufser diesen Konstruktionen sind noch einige weitere im Handel, jedoch zeigen dieselben weder besondere technisch bemerkenswerte Eigenschaften, noch besondere photometrische Effekte.

Als Mafsstab für die Ökonomie der gebräuchlichen Glühlichtbrenner kann ohne weiteres die Maximaltemperatur der mit denselben erzeugten Flammen angesehen werden. Dieselbe beträgt[1]) bei dem

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Brenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft
10 Liter, altes System . . . . 1630° C.
15 „ neues „ . . . . 2020° C.
Brenner der „Hera-Prometheus“-Aktien-Gesellschaft (15 Liter) 1720° C.
„ von Güntner (20 Liter, altes System). . . . . 1860° C.
„ „ „ (20 „ neues „ . . . . . . 1880° C.
„ „Sirius“ (Compagnie Française de l'Acétylène dissous)
(20 Liter) . . . . 1630° C.
Brenner „Zenith“ (Gebr. Jacob) (15 Liter) . . . . . . 1960° C.

Ein Vergleich des Acetylenglühlichtes mit der offenen Acetylenflamme ergiebt ohne weiteres bezüglich der Lichtergiebigkeit einen Vorrang des ersteren. Während mit den offenen Flammen bei einem Stundenverbrauch bis zu 12 Litern kaum mehr als 1,2 HK pro Liter erhalten wurde, liefert ein 10-Literbrenner mit Glühstrumpf 37 bis 40 HK, d. h. 3,7 bis 4,0 HK pro Liter und Stunde. Bei Brennern mit hohen Konsumen ist der wirtschaftliche Vorteil ebenfalls auf der Seite des Glühlichtes. Brenner für offene Flammen geben bei Konsumen von über 20 Liter in der Stunde etwa 1,45 bis 1,66 HK pro Liter Gas gegen 4 bis 5 HK bei grofsen Glühlichtbrennern. Dazu kommt noch, dafs die Konstruktion sehr grofser Brenner über 100 Kerzen bei Anwendung offener Flammen nur durch Kombination mehrerer erzielt werden kann[1]), während neuere Glühlichtkonstruktionen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft und der Compagnie Française de l'Acétylène dissous bis 1000 HK mit günstigem photometrischem Effekt 5 bis 5,25 HK pro Liter und Stunde liefern.

Vergleicht man aber die spektrischen Eigenschaften des von beiden Brennerarten erzeugten Lichtes, so gelangt man zur Bevorzugung der offenen Flamme.

Wie bereits im Anfange des Kapitels „Acetylenlicht“ erwähnt wurde[2]), zeigt das gewöhnliche Acetylenlicht eine grofse Ähnlichkeit mit dem Sonnenlicht, und namentlich ist es der Reichtum an Strahlen mittlerer Brechbarkeit, welche ein genaues Unterscheidungsvermögen von Farben u. s. w. bei Benutzung von Acetylenlicht ermöglichen.

Das Acetylenglühlicht hat eine gröfsere Ähnlichkeit mit dem Steinkohlengasglühlicht als mit der offenen Acetylenflamme. Gegen das letztere zeigt es eine Abweichung in den grünen und violetten Strahlen. Allerdings ist diese Differenz nicht sehr grofs, wie folgende Tabelle lehrt:

[1]) Vergl. S. 416. — [2]) Vergl. S. 368.

Farbe	Wellenlänge	Lichtstärke		
		Steinkohlengasglühlicht [1])	Acetylenglühlicht [2])	Acetylen
rot	680 $m\mu$	1,03	1,08	1,00
orange	610 „	1,00	1,02	1,00
gelb	590 „	1,00	1,00	1,00
grün	550 „	0,86	0,93	1,00
blau	490 „	0,92	0,92	1,00
violett	470 „	1,73	1,22	1,00

Immerhin ergiebt sich doch daraus, dafs das Acetylenglühlicht seinem Charakter nach ein reineres Licht darstellt als das Steinkohlengasglühlicht.

Für diejenigen Zwecke, bei denen es auf ein genaues Farbenunterscheidungsvermögen ankommt [3]), ist die offene Acetylenflamme vorzuziehen, ebenso beim Signaldienst, wo es sich um die Anwendung farbiger und zwar möglichst rein roter und blaugrüner Gläser handelt, oder wo, wie beim Photographieren, die Wirkung des unsichtbaren Teiles des Spektrums hauptsächlich benutzt wird.

Dort aber, wo es lediglich auf die Erzeugung einer grofsen Helligkeit ankommt, also in wohl 98 Proz. aller Fälle, ist Acetylenglühlicht unbedingt vorzuziehen. Nicht unerwähnt möge bleiben, dafs auch für die Leuchtturmbeleuchtung Acetylenglühlicht dem Steinkohlengasglühlicht und der offenen Acetylenflamme vorzuziehen ist, da es im Nebel einen viel geringeren Lichtverlust zeigt als eine offene Acetylenflamme u. s. w. und viel intensivere Flammen anzuwenden gestattet als Steinkohlengaslicht [4]), eine Folge der durch hohe Verbrennungswärme hervorgerufenen grofsen Strahlenintensität.

In Bezug auf technische Verwendbarkeit bietet jedoch Acetylenglühlicht einige nicht unerhebliche Nachteile gegenüber der gewöhnlichen Acetylenbeleuchtung. Ein Nachteil besteht darin, dafs nur solche Apparate zur Acetylenerzeugung Anwendung finden können, welche ein vollkommen luftfreies Acetylen in allen Stadien des Betriebes liefern [5]). Enthält nämlich das Acetylen auch nur ganz geringe Mengen Luft ($^1/_2$ bis 1 Proz.), so tritt eine Änderung in den Mischungsverhältnissen von Acetylen zu Luft im Brenner ein und damit oft auch ein Zurückschlagen der Flamme. Dieser Umstand bedingt, dafs eine grofse Anzahl von Apparaten, so z. B. manche der sogenannten Automaten [6]), zur Acetylenherstellung für Glühlichtbeleuchtung weniger geeignet sind, ebenso auch Zentralen mit derart undichten Rohrleitungen, dafs durch Diffusion Luft Eingang finden kann.

[1]) Erdmann, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 177. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Vergl. S. 370. — [4]) Vergl. Versuche von Fouché über Acetylen-Starklicht, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 312 u. 319. — [5]) Vergl. S. 274. — [6]) Vergl. S. 275.

Ferner ist Acetylenglühlicht nur da zu verwenden, wo das Gas sorgfältig gereinigt wird. Bei ungereinigtem oder schlecht gereinigtem Acetylen bilden sich nach kurzer Zeit, manchmal schon nach zwei bis drei Stunden, an der Oberfläche der Glühkörper Flecke, welche sich bald in Löcher verwandeln. Die Verunreinigungen des Acetylens, namentlich Phosphor und Silicium, bilden nämlich mit dem Material der Glühkörper leicht schmelzbare Verbindungen, die eine sofortige Zerstörung der Glühkörper verursachen. Bei hinreichend gereinigtem Gase ist die Haltbarkeit der Glühkörper eine gute. Sie beträgt dann im Durchschnitt 400 Stunden.

Der grofse wirtschaftliche Vorteil, den das Acetylenglühlicht bietet, ferner der Umstand, dafs seine Erzeugung durch das carburierte Acetylen frei von einigen bei der Verwendung sonst auftretenden Übelständen ist[1]), giebt zu dem Schlusse Veranlassung, dafs das Acetylenglühlicht einen mächtigen Fortschritt der Acetylenbeleuchtung bewirken wird[2]).

Glasartikel und Beleuchtungskörper.

Die Auswahl der richtigen Glasausstattung ist eine sehr wichtige Frage bei jeder Beleuchtung, besonders aber bei der offenen Acetylenflamme, weil die unvergleichliche Schönheit dieses Lichtes durch ungeeignete Gläser stark beeinträchtigt wird. Während für das Acetylenglühlicht alle beim Gasglühlicht verwendeten Glasartikel ohne weiteres benutzt werden können, sind für die offene Acetylenflamme besondere Spezialsorten auszuwählen, die den Glanz und die Farbe des Lichtes nicht schwächen, sondern mehr verteilen und durch Vergröfserung der leuchtenden Fläche heben.

Aus diesem Grunde ist man von dem Gebrauche farbiger, matter, opalisierender und Milchgläser mehr und mehr zurückgekommen und zieht die durchsichtigen, wasserhellen Sorten vor. Am schönsten ist die Wirkung starker, geschliffener Gläser, deren allgemeinere Verbreitung jedoch durch den hohen Preis verhindert wird. Als fast gleichwertiger Ersatz dienen prismatisch geprefste Gläser und andere Nachahmungen echter Schliffe. Ihre Wirkung besteht in einer Zerstreuung, vielfachen Brechung und Reflexion der Strahlen, wodurch die auf einen verhältnismäfsig kleinen Punkt konzentrierte Lichtquelle des Acetylens voluminöser und weniger blendend gemacht wird und zugleich brillantartige Funkeneffekte erzielt werden. Unter diesen Schliffimitationen haben sich besonders die sogenannten „Opterophane“, „Phänomen-“ und „Refraktivgläser“ für Acetylen eingeführt, innen oder aufsen, oft auch auf beiden Seiten kantig gerippte, starke, farblose Gläser; die Sorten unterscheiden sich durch die Art, wie die Längs- und Querrippen innen

[1]) Siehe Kapitel „Mischung von Acetylen mit anderen Gasen“. — [2]) Vergl. Caro, Acet. i. Wiss u. Ind. 4, 393 u. f., sowie Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 271.

oder aufsen durchgeführt sind, wodurch auch die optische Wirkung beeinflufst wird. Die Prismen der Opterophane sind derart angeordnet, dafs sie möglichst zahlreiche Lichtbrechungen bewirken und möglichst viele Strahlen nach unten werfen, die Refraktiv- und Phänomengläser lassen die Umrisse der Flamme in vergröfserter Form erkennen und geben so ein brillantes Licht von eigenartigem Reiz.

Die Form der Gläser ist meist die der flachen Schale oder der Tulpe, seltener werden auch fast geschlossene Glocken benutzt. Auch bei der Form ist der Zweck, möglichst viel Licht der Beleuchtung dienstbar zu machen, mafsgebend gewesen, und man wählt daher mit Vorliebe unten halbkugel- oder parabolisch gestaltete Schalen, die viel Licht schräg nach unten werfen.

Für die Aufsenbeleuchtung und für Fabrikbeleuchtung in staubreichen Betrieben sind Laternen in Form von vollständig geschlossenen Kugeln aus Glas viel verbreitet. Sie tragen oben einen Metallaufsatz mit oder ohne Reflektorschirm und besitzen unten eine durch eine Glaskugel oder eine Klappe verschlossene Öffnung zum Einführen des Anzünders. Die Strafsenlaternen und sonstigen Aufsenlampen gleichen im übrigen vollständig den für Steinkohlengas benutzten Sorten, besonders wo Acetylenglühlicht angewendet wird.

Dies gilt auch für die Beleuchtungskörper, die in der Regel nicht für Acetylen besonders hergestellt werden; man benutzt meist ohne weiteres die für Steinkohlengas vorrätigen Fabrikate, obgleich beim Acetylen die Ansprüche an Dichtigkeit bedeutend höher sein sollten und die Weite der Leitung geringer sein kann. Hier hat das Kunstgewerbe noch ein zwar zunächst wenig umfangreiches, aber sehr dankbares Feld der Bethätigung vor sich, da die steife Flamme des Acetylens, namentlich im Mehrstrahlenbrenner, eine ziemlich bedeutende Schiefstellung der Flamme verträgt und sich durch geeignet gestaltete Beleuchtungskörper also hier ähnliche Effekte, wie sie bisher ausschliefslich dem elektrischen Glühlicht vorbehalten waren, erzielen lassen. Der Nachteil des Glascylinders mit seiner senkrechten, steifen Stellung, die jede freiere Formgebung vereitelt, fällt ja bei der offenen Acetylenflamme weg, und Blütendolden-, Traubenformen, Ranken und Blätterwerk lassen sich beliebig auch für die Flammenanordnung benutzen.

Bei der Verwendung der ursprünglich für Steinkohlengas bestimmten Kronen, Ampeln, Lyren und Wandarme mufs, wie schon erwähnt, auf vollständige Gasdichtheit besonders in den Bewegungen, wie Knieen und Kugelbewegungen, geachtet werden, da das Acetylen wegen seines höheren Verwendungsdruckes viel mehr als Steinkohlengas zum Entweichen durch Undichtigkeiten neigt. Für Kugelbewegungen hat man zum Gebrauch bei der Acetylenbeleuchtung Spezialfabrikate hergestellt, die eine besondere innere Abdichtung zeigen und sich gut bewährt haben. Im übrigen werden die Armaturen, Hähne, Fittings u. dergl.

vom Steinkohlengas übernommen. Auch die Fernzündung hat man mit Glück auf das Acetylen angewandt und besonders mit elektrischen Zündern vorzügliche Resultate erzielt.

Prüfung und Untersuchung von Acetylenapparaten.

Eng verbunden mit der Lösung des technischen Problems einer rationellen Herstellung von Acetylen aus Carbid ist die Prüfung und Kontrolle von Acetylenapparaten. Die hierbei zu stellende Aufgabe ist abhängig von dem Zwecke, dem der Apparat dienen soll. Dieser Zweck kann kurz, wie folgt, zusammengefafst werden: Ein Acetylenapparat soll aus einer bestimmten Menge Carbid die gröfstmöglichste Ausbeute reinen, gebrauchsfertigen Gases liefern und zwar unter Anwendung möglichst geringer Mühe und unter Bedingungen, die bei ordnungsmäfsigem Betriebe eine Gefährdung des Produzenten (in der Gaserzeugungsstelle), der Konsumenten (in der Gasverbrauchsstelle) und der Umgebung vermeiden.

Die Forderungen, welche an einen guten Apparat gestellt werden, sind deshalb teils technischer Natur, teils aber auch solche, deren Erfüllung durch notwendige Sicherheitsmafsregeln geboten erscheint. Beide Arten sind in den allermeisten Fällen identisch, d. h. ein technisch und wirtschaftlich gut konstruierter und wirkender Apparat ist zumeist auch ein solcher, der in sicherheitlicher Beziehung die meisten Garantien bietet.

Bezüglich der **Gasausbeute** ist zu bemerken, dafs vom wirtschaftlichen Standpunkte solche Apparate vorzuziehen sind, bei deren Anwendung die gröstmöglichste Menge Gas aus einer gegebenen Menge Carbid erhalten wird. Diese Forderung erscheint so selbstverständlich, dafs eine nähere Begründung füglich unterbleiben kann. Von Wichtigkeit ist aber die Feststellung, inwieweit eine solche Mafsnahme auch in sicherheitstechnischer Beziehung als unerläfslich oder doch empfehlenswert erscheint.

Zu diesem Zwecke ist es notwendig, zu untersuchen, welche Ursachen eine mangelhafte Ausbeute an Acetylen bedingen können. In dieser Hinsicht sind insbesondere zu nennen:

1. Undichtigkeiten des Apparates. Dafs solche in wirtschaftlicher wie auch in sicherheitstechnischer Hinsicht zu verwerfen sind, ist ohne weiteres verständlich. Deshalb ist als oberster Grundsatz aufzustellen, dafs Undichtigkeiten sowohl am Apparate, wie auch an der Leitung u. s. w. unter allen Umständen zu vermeiden sind.

2. Zu geringe Dimensionierung der Gasaufbewahrungsteile im Verhältnis zur Menge des jeweilig erzeugten Gases. Bekanntlich erfolgt die Herstellung des Acetylengases in der Weise,

dafs in Perioden, deren Intervalle kurz oder lang sein können, Gas entwickelt wird. Dieses jeweilig entwickelte Gas wird zunächst aufgespeichert, sei es in beweglichen, sei es in festen Behältern, und von hier aus dem Verbrauche zugeführt.

Bewegliche Behälter müssen so grofs sein, dafs sie die Menge des jeweilig entwickelten Gases aufnehmen können, da bei zu kleinen Behältern Gasausströmung eintritt. In zu kleinen festen Gasbehältern erfolgt eine unerwünschte Gasansammlung und damit eine zu Gefahren Anlafs gebende Drucksteigerung. Durch Anlage richtig dimensionierter und geführter Abströmvorrichtungen kann die mit einer jeden Acetylengasausströmung verbundene Gefahr vermindert oder auch ganz verhindert werden, immerhin ist ein aus solchen Gründen entstehender Acetylenverlust zu vermeiden, da er nicht nur in wirtschaftlicher Hinsicht den Wert des Acetylenapparates beeinträchtigt, sondern auch zu mehr oder minder grofsen Gefahren Anlafs geben kann.

3. Mangel an Zersetzungswasser. Ein solcher bewirkt zunächst, dafs sich im Carbidschlamm unzersetzte Teile von Carbid vorfinden, welche, wie die Statistik erweist, zu manchen Gefahren (Explosionen, Bränden u. s. w.) Anlafs geben können [1]. Sodann hat ein Mangel an Zersetzungswasser eine hohe Temperatur [2] im Entwickler zur Folge, deren Nachteile in technischer, wirtschaftlicher und sicherheitlicher Hinsicht weiter unten noch besonders besprochen sind [3].

4. Zu grofser Überschufs an Zersetzungswasser. Ein zu grofser Überschufs an Zersetzungswasser bildet ebenfalls eine Quelle von Gasverlusten. Bekanntlich lösen Wasser [4] und Kalkschlamm Acetylen in ziemlich bedeutenden Mengen auf. So wünschenswert es auch ist, bei der Herstellung von Acetylen zwecks Vermeidung einer hohen Entwickelungstemperatur viel Zersetzungswasser zu verwenden, so mufs doch diese sicherheitliche Forderung durch die nicht minder wichtige der Wirtschaftlichkeit ihre natürliche Grenze finden [5].

5. Beimengung von Chemikalien zum Entwickelungswasser oder Carbide Für manche Systeme von Acetylenapparaten werden besonders präparierte Carbide resp. Zersetzungsflüssigkeiten verwendet, welche zum Teil dazu dienen sollen, eine regelmäfsige Entwickelung des Acetylens zu bewirken [6], zum Teil dagegen das Acetylen zu reinigen [7] oder die Entwicklerflüssigkeit vor dem Einfrieren [8] zu schützen. In allen solchen Fällen darf aber der Zusatz von Chemikalien nicht die Wirkung haben, dafs die Zersetzung des Carbides an sich leidet, denn das würde Erscheinungen zur Folge haben, welche analog

[1]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung von Calciumcarbid und Acetylen". — [2]) Vergl. S. 268, 271 u. f. — [3]) Vergl. S. 436. — [4]) Vergl. S. 152 — [5]) Vergl. S. 271. — [6]) Vergl. S. 265. — [7]) Vergl. S. 257 und 258. — [8]) Vergl. S. 352.

denjenigen bei Wassermangel sind [nicht vergastes Carbid im Rückstande u. s. w.[1])].

6. Allzu langsame Acetylenentwickelung. Die Perioden, in denen bei Acetylenentwicklern Carbid zur Zersetzung gelangt, sind für gewöhnlich so bemessen, dafs sie zu einem bestimmten Konsum im gegenseitigen Wirkungswerte stehen. Erfolgt die Zersetzung des Carbides langsamer, als angenommen, so bleibt entweder ein Teil desselben unzersetzt oder es tritt nach Abstellung des Konsums Nachentwickelung ein mit allen derartigen Verlusten anhaftenden Folgerungen[2]).

Bezüglich der **Reinheit** des entwickelten Gases sind in den meisten Fällen die Forderungen der Wirtschaftlichkeit mit denen der Sicherkeit, dafs nämlich unter gegebenen Umständen ein möglichst reines Gas entwickelt wird, ebenfalls identisch. Folgende Gründe können zu einer Verunreinigung des Gases Anlafs geben:

a) Hohe Entwickelungstemperatur. Dieselbe bewirkt einmal, dafs an sich gröfsere Mengen Verunreinigungen in das Acetylen gelangen als bei Anwendung niedrigerer Entwickelungstemperaturen[3]), sodann aber auch, abgesehen von den durch Kondensation[4]) entstehenden Verlusten, dafs sich Verbindungen bilden, welche die Apparate und Apparatteile in weit höherem Mafse angreifen als Acetylen selbst. Die hohe Entwickelungstemperatur bewirkt ferner eine grofse, zu Undichtigkeiten Anlafs gebende Abnutzung der Entwickler und die Möglichkeit, dafs etwa das im ersten Augenblick der Entwickelung im Entwickler befindliche Gas-Luft-Gemenge, sei es durch direkte Einwirkung dieser Temperatur, sei es durch hierdurch hervorgerufene Reaktionsfähigkeit mancher Beimengungen, unter besonders ungünstigen Umständen zur Explosion gelangen kann.

b) Zu geringe Dimensionierung des Gasentwicklers. Eine solche bewirkt auch bei sonst gut funktionierenden Apparaten eine überhastete Gasentwickelung und verbunden damit Temperatursteigerungen im Innern des Entwicklers, welche ein Auftreten übermäfsig grofser Mengen von Verunreinigungen zur Folge haben.

c) Ungenügende Dimensionierung oder Wirkung des Wäschers. Der Wäscher soll einerseits das entwickelte Gas von mitgerissenen mechanischen Verunreinigungen (Kalkschlamm u. s. w.) befreien, andererseits auch dasselbe genügend kühlen. Beides ist wichtig als Vorbereitung zur Reinigung, da mit Kalkteilchen gesättigtes oder warmes Gas auf die meisten Reinigungsmassen derart einwirkt, dafs nicht nur keine Reinigung, sondern zum Teil unter Wärmeentwickelung eine weitere Verunreinigung des Gases stattfindet.

d) Ungenügende Dimensionierung oder Wirkung des Reinigers. Eine solche bewirkt, dafs ungereinigtes Gas in die Ge-

---

[1]) Vergl. S. 435 unter 3. — [2]) Vergl. S. 435 unter 2. — [3]) Vergl. „Verunreinigungen des Acetylens", S. 225. — [4]) Vergl. S. 194.

brauchsleitung gelangt. Abgesehen von dem hiermit verbundenen wirtschaftlichen Nachteile eines schlechten Lichteffektes tritt noch das sicherheitstechnische Bedenken hinzu, dafs nicht oder schlecht gereinigtes Gas die Leitungsteile und bei Zentralen die Gasmesser angreift und zu allzu schneller Abnutzung resp. Undichtigkeiten der Verteilungsapparatur Anlafs geben kann.

e) Ungenügende Dimensionierung oder Wirkung des Trockners. Durch eine solche gelangt ein Gas in die Leitung, welches mit Wasserdämpfen beladen ist. Dasselbe zeigt einmal nicht nur eine geringere Lichtausbeute, sondern wirkt auch stärker korrodierend auf das Verteilungs- und Leitungsnetz als trockenes Gas. Es ist deshalb sowohl aus wirtschaftlichen wie aus sicherheitstechnischen Gründen die Forderung eines nicht nur reinen, sondern auch eines trockenen Gases gerechtfertigt, abgesehen schon von dem Umstande, dafs mit Feuchtigkeit beladenes Gas Wasser in der Leitung absetzt, wodurch ein Rosten oder auch ein Verstopfen der Leitung bewirkt werden kann.

f) Übermäfsige Luftbeimengung bei der Entwickelung. Die Beimengung von Luft im Entwickler mufs ebenfalls als eine Verunreinigung angesehen werden und zwar als solche, deren Vermeidung aus den verschiedensten Gründen wünschenswert erscheint. Nicht nur, dafs beigemengte Luft die Lichtausbeute des Gases herabdrückt, zur Bildung von Kondensaten Anlafs giebt, ja in manchen Fällen, wie z. B. bei Beleuchtung mit Glühlicht, die Verwendung vieler Apparate entweder direkt ausschliefst oder zum mindesten sehr erschwert, ist die Beimengung von Luft mit als Hauptmoment anzusehen, welches als Erklärung vieler Explosionen dienen kann. Natürlicherweise mufs die Luftbeimengung nicht nur im Entwickler verhindert werden, sondern auch in den Nebenapparaten und der Leitung, durch Vermeidung unnützen toten Raumes oder dergleichen, ebenso durch Vermeidung von Undichtigkeiten, welche unter Umständen nicht nur Anlafs zu Gasausströmungen, sondern auch zu Luftansaugungen geben können.

g) Übermäfsige Drucksteigerung. Schon aus sicherheitstechnischen Gründen ist eine zu hohe Steigerung des Druckes zu vermeiden. Sie giebt Anlafs zur verstärkten Bildung von Kondensationsprodukten, ist deshalb auch in wirtschaftlicher Hinsicht als nachteilig zu betrachten.

Bei dem Bestreben, nach Möglichkeit eine grofse Gasausbeute und ein reines Gas zu erhalten, decken sich die Forderungen der Technik mit denjenigen, welche im Interesse der Sicherheit erhoben werden müssen. Eine solche Identität besteht, wenn auch nicht so offensichtlich, bezüglich jener Forderungen, welche zunächst im Interesse der allgemeinen Sicherheit aufgestellt wurden, deren Erfüllung aber auch aus wirtschaftlichen Gründen anzustreben ist. Dazu gehören das Ver-

langen der Verwendung solcher Materialien, welche gegen die Einwirkung des Acetylens widerstandsfähig sind oder mit demselben (wie z. B. Kupfer) keine zersetzbaren Verbindungen bilden, sodann einer soliden, auf die Dauer Garantie für Dichtigkeit gebenden Herstellungsart der Apparate.

Nicht minder gehören hierzu die Forderungen, welche sich darauf beziehen, dafs die Wirkung der Acetylenapparate eine solche sei, dafs Mifsstände in sicherheitstechnischer (und verbunden damit wirtschaftlicher) Beziehung im Betriebe, d. h. bei ständigem Gebrauche der Apparate vermieden werden.

Eine Reihe von behördlichen Vorschriften bestrebte sich, für die Sicherung von Acetylenapparatebetrieben die entsprechenden Unterlagen zu geben. In manchen Ländern (Bayern, Österreich, Ungarn) ist die Verwendung von Acetylen in dieser Hinsicht auf gesetzgeberischem Wege geordnet worden [1]).

In Deutschland hat es der Deutsche Acetylenverein gemeinsam mit dem Verbande deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften vermocht, hierfür feste Normen zu schaffen [2]), welche als vorbildlich in dieser Beziehung gelten können, und ferner hat der Deutsche Acetylenverein eine organisierte Kontrolle für Ausführung der diesbezüglichen Normen geschaffen [3]).

Die Normen des Deutschen Acetylenvereins für stationäre Acetylenapparate regeln die Art und Weise der Ausführung von Acetylenapparaten, und zwar in Bezug auf deren technische Herstellung und in gewissem Sinne auch Aufstellung. Eine richtige Aufstellung der Apparate, z. B. des Entwicklers, Gasbehälters, Wäschers u. s. w., ist von gröfster Wichtigkeit für deren technisch richtiges Funktionieren. Sie ist deshalb auch aus sicherheitlichen Gründen von Bedeutung gemäfs dem Grundsatze, dafs der beste und wirtschaftlichste Apparat auch der sicherste ist.

Die Prüfung von Acetylenapparaten [4]) mufs sich deshalb in gleicher Weise auf die Feststellung derjenigen Thatsachen beziehen, welche zur Beurteilung des Apparates in technischer Hinsicht von Bedeutung, als auch solcher, welche von mafsgebendem Einflufs auf die Sicherheit des Betriebes sind.

Gemäfs den obigen Ausführungen mufs sich deshalb die Prüfung eines Acetylenapparates auf folgende Punkte erstrecken.

1. Anzahl und Aufstellung der Apparatbestandteile.
2. Druck und Druckschwankungen im Apparate.

---

[1]) Vergl. diese in Abschnitt V. — [2]) Vergl. die Sicherheitsvorschriften in Abschnitt V und die Normen für stationäre Acetylenapparate, S. 337. — [3]) Vergl. die Prüfungsvorschriften des Deutschen Acetylenvereins für Acetylenapparatetypen in Abschnitt V. — [4]) Vergl. Caro, Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung und Begutachtung von Acetylenanlagen, Berlin 1902, S. Calvary & Co.

3. Dichtigkeit des Apparates.
4. Material und Ausführung der Apparate, Apparatteile und Rohrverbindungen.
5. Dimensionierung des Entwicklers.
6. Dimensionierung der Nebenapparate.
7. Dimensionierung des Gasbehälters.
8. Dimensionierung der Rohrverbindungen.
9. Entwickelungsgeschwindigkeit des Gases.
10. Entwickelungsmenge des Gases.
11. Temperatur der Entwickelung.
12. Reinheit des Gases.
13. Gröfse und Wirkung des Wäschers.
14. Gröfse und Wirkung des Reinigers.
15. Gröfse und Wirkung des Trockners.
16. Beurteilung der Betriebssicherheit.

Anzahl und Aufstellung der Apparatbestandteile.

Den verschiedenen Apparatsystemen entsprechend ist die Kombination der Apparatbestandteile: Entwickler, Reiniger, Wäscher u. s. w. eine recht mannigfaltige. Immerhin ist es möglich geworden, eine gewisse Einheitlichkeit in dieser Beziehung zu erlangen, durch welche gewährleistet wird, dafs die Herstellung des Gases bestimmten technischen Forderungen entspricht und aufserdem so vor sich geht, dafs im Betriebe keine Gefährdungen entstehen.

Es ist zunächst seitens des Deutschen Acetylenvereins das Verlangen gestellt[1]), dafs bei solchen Apparaten, bei denen die jeweilig eingeführte Carbidmenge nicht auf einmal zur Vergasung gelangt, die Wasserzuführung und Carbidfüllung von aufsen, ohne Unterbrechung des Betriebes zugänglich sei. Durch diese Forderung wird erreicht, dafs ein Nachfüllen des Apparates im Betriebe möglich ist, ohne dafs Acetylen in den Apparatraum ausströmt und ohne dafs die Konsumentnahme unterbrochen wird. Diese Forderung bedingt aber, dafs zwischen Gasbehälter und Entwickler entweder ein selbstthätiger oder auch von Fall zu Fall bedienbarer Verschlufs angebracht wird.

Die Prüfung des Apparates in dieser Beziehung findet am zweckmäfsigsten derart statt, dafs man bei gefüllter Gasbehälterglocke die Carbidfüllung resp. Wasserfüllung des Apparates erneuert. Hierbei darf aufser dem in dem Entwickler befindlichen Acetylen kein Gas ausströmen und namentlich auch darf kein Sinken der Gasbehälterglocke stattfinden, eventuell mufs festgestellt werden, dafs Apparatorgane vorhanden sind, die ein solches Sinken der Gasbehälterglocke und Ausströmen des in derselben enthaltenen Gases unmöglich machen.

---

[1]) Vergl. Punkt 11 der „Normen für stationäre Acetylenapparate“, S. 338.

Einen Schritt weiter geht die bayerische Verordnung, welche besagt, dafs Entwickler und Gasbehälter voneinander getrennt sein müssen. Inwieweit diese Trennung als eine räumliche aufzufassen ist resp. inwieweit diese Bestimmung lediglich besagen soll, dafs eine getrennte Bedienung des Entwicklers und Gasbehälters ermöglicht werde, ist dem Wortlaut nach nicht ohne weiteres zu ersehen. Es ist aber anzunehmen, dafs es sich lediglich um das letztere handelt, da für die getrennte Aufstellung Forderungen rein technischer oder sicherheitstechnischer Natur nicht ins Feld geführt werden können. Es wird lediglich in Bayern verlangt, dafs die Absperrung zwischen Entwickler und Gasbehälter eine selbstthätige in Form einer Wasserabsperrvorrichtung sein mufs.

Bezüglich der Anlage der Nebenapparate: Wäscher, Reiniger, Trockner u. s. w., sind bestimmte Vorschriften nicht gegeben und in Anbetracht der Mannigfaltigkeit der Systeme und der Möglichkeit der verschiedenartigsten Kombinationen auch wohl kaum auszuführen. Es können z. B. entweder die Apparate als selbständige Organe oder auch als kombinierte Teile ausgebildet sein, so z. B. wird oft die Waschflüssigkeit als Absperrflüssigkeit des Gasbehälters oder des Entwicklers verwendet, Reinigungs- und Trocknungsmasse werden in einem Behälter untergebracht u. s. w.

Es ist lediglich, wie weiter unten ausgeführt ist, zu verlangen, dafs die Wirkung dieser Nebenapparate eine zweckmäfsige sei, und hat sich die Prüfung deshalb hauptsächlich auf die Feststellung dieser Wirksamkeit zu beschränken.

Druck und Druckschwankungen im Apparate.

Im allgemeinen ist als Regel zu betrachten, dafs der Druck im Apparate, d. h. in allen seinen Teilen ein gewisses Maximum nicht übersteigt [1]). Wie schon oben ausgeführt wurde, bewirkt eine Drucksteigerung, auch wenn die Grenzen noch nicht erreicht sind, bei denen Acetylen bei Erhitzung unter Fortleitung der Explosion zersetzt wird, dafs nachteilige Wirkungen bei der Gasbereitung entstehen, die sowohl in wirtschaftlicher als auch sicherheitlicher Hinsicht zu vermeiden sind. Die Grenze der gestatteten Drucksteigerung ist in den verschiedenen Verordnungen verschieden angegeben, immerhin wird eine Drucksteigerung über eine Atmosphäre stets zu verwerfen sein.

Die Prüfung der bei gewöhnlichem Betriebe stattfindenden Drucksteigerung hat sich auf alle Teile des Apparates zu erstrecken, d. h. es mufs im Betriebe vermittelst eines Manometers die maximale Druckerhöhung in einem jeden Apparate festgestellt werden.

Für die Beurteilung eines Apparatsystems ist aber nicht nur die

---

[1]) Vergl. auch S. 267.

Kenntnis maximalen Druckes, sondern auch der Druckschwankungen unerläſslich, und zwar aus folgenden Gründen: Für gewöhnlich sind Sicherungen gegen Auftreten zu hohen Druckes in Form von Wasserverschlüssen oder dergleichen getroffen; so wird fast durchgängig verlangt, daſs der Gasbehälter mit einer selbstthätig wirkenden Abströmvorrichtung versehen sein soll, ferner ist der Gasbehälter mit einer Absperrglocke zu versehen, deren Wasserhöhe ja nur eine bestimmte ist. Werden durch irgend welchen Umstand hervorgerufen die Druckschwankungen so groſs, daſs sie den Druck der Wassersäule der Gasbehälterglocke oder der Wasserverschlüsse verschiedener anderer Apparate übersteigen, so tritt eine Gasausströmung ein.

Die Prüfung hat sich deshalb darauf zu erstrecken, ob die Druckschwankungen, die im Betriebe auftreten, gröſser sind als die Druckhöhe der Absperrwasser. Ferner ist zu prüfen, ob die selbstthätigen Sicherheitsvorrichtungen in Thätigkeit treten, ehe eine Ausströmung des Gases infolge Überwindung des Druckes der Absperrwasser erfolgen kann und ob sie derartig konstruiert sind, daſs sämtliches entwickeltes Gas durch dieselben nach auſsen geleitet werden kann. Als eine entsprechende Dimensionierung der Sicherheitsvorrichtungen gilt hierfür, daſs der Durchmesser des am Gasbehälter befindlichen Sicherheitsrohres, entsprechend Punkt 11 der Normen des Deutschen Acetylenvereins [1]), mindestens so groſs ist, wie der Durchmesser des Gaszuströmrohres zum Gasbehälter.

Dichtigkeit des Apparates.

Auf die Bedeutung der Forderung einer vollkommenen Dichtigkeit des Apparates und der Leitungen ist schon oben hingewiesen worden. Die Dichtigkeit des Apparates soll derartig sein, daſs unter dem herrschenden Betriebsdrucke keinerlei Gasverluste stattfinden. Die Prüfung hierauf ist am zweckmäſsigsten so auszuführen, daſs der Gasbehälter des Acetylenapparates bis zu einem Druck von 500 bis 1000 mm Wassersäule belastet wird. Im Laufe einer halben Stunde darf kein sichtbares Sinken der Gasbehälterglocke eintreten.

Wo, wie bei groſsen Apparaten, eine Belastung der Gasbehälterglocke bis zur Erzeugung des gewünschten Druckes Schwierigkeiten macht, kann man auch den Druck vermittelst einer Pumpe oder dergleichen künstlich erzeugen.

Die Prüfung hat sich auf den ganzen Apparat inkl. Anschluſsleitung bis zu den Gebrauchshähnen bezw. bis zum Haushahn zu erstrecken; es erscheint nicht wünschenswert, dieselbe über einen Druck von 1000 mm Wassersäule zu treiben, denn ein solcher Prüfungsdruck entspricht etwa dem zehnfachen des Betriebsdruckes.

---

[1]) Vergl. S. 338.

Die Forderung, dafs Apparate und Leitungen bis zu einem Druck auf eine halbe Atmosphäre geprüft werden sollen, wie dies z. B. seitens der bayerischen Verordnung verlangt wird, ist insofern bedenklich, als bei diesem Drucke an sich dichte Verbindungen undicht werden können.

Material und Ausführung der Apparate, Apparatteile und Rohrverbindungen.

Für das Material der Apparate wird durchgängig eine gewisse Widerstandsfähigkeit, sowohl gegen die Einwirkung des Carbides und der Carbidrückstände als auch des Gases verlangt.

Als entsprechendes Material ist Eisenblech oder Gufseisen anzusehen, und ist diese Anwendung in manchen Ländern direkt obligatorisch und zwar unter Ausschlufs anderer Materialien. Ganz ausgeschlossen ist die Anwendung von Kupfer (zum Teil auch kupferhaltiger Legierungen), weil Kupfer, wie unzweifelhaft feststeht, vom technischen Acetylen unter Bildung explosiver Verbindungen angegriffen wird.

Für die Rohrverbindungen ist z. B. in Preufsen und Bayern lediglich Schmiedeeisen oder Gufseisen vorgeschrieben, nur Hähne und Ventile dürfen aus Messing, Bronze oder dergleichen hergestellt sein, in manchen Ländern, wie z. B. in Frankreich, ist die Verwendung von Blei als Apparatematerial und für Rohre gestattet. In allen Fällen mufs aber darauf geachtet werden, dafs das Material die genügende Widerstandsfähigkeit nicht nur gegen die inneren Angriffe, sondern auch eine gewisse Formbeständigkeit besitzt. Zur Erlangung dieser Formbeständigkeit ist es aber auch nötig, dafs die Verbindung des Materials eine gesicherte ist.

Nach den Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins dürfen die Bleche u. s. w. lediglich in der Art verbunden sein, dafs sie doppelt gefalzt und gelötet oder genietet sind[1]). Ferner ist darauf zu achten, dafs die benutzten Blechstärken der Gröfse des Apparates entsprechen. In dieser Hinsicht können als Muster die Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins dienen[2]).

Die Prüfung eines Apparates auf die Ausführung hat sich demnach, eine vorangegangene Prüfung auf Dichtigkeit vorausgesetzt, darauf zu erstrecken, ob die Materialien genügend widerstandsfähig gegen die äufseren und inneren Angriffe sind.

Es ist aber zu bemerken, dafs diese Minimalstärken noch keinesfalls ein endgültiges Urteil über die Ausführung der Apparate gestatten. Es sind Fälle denkbar, bei denen die Formung der einzelnen Apparatteile eine derartige ist, dafs aus bautechnischen Gründen gröfsere Blech-

---

[1]) Vergl. Fig. 120, S. 339. — [2]) Die Vorschriften sind im Wortlaut wiedergegeben auf S. 337.

stärken verlangt werden müssen, andererseits ist aber auch möglich, dafs ein Apparat durch konstruktive Mafsregeln derart gesichert ist, dafs auch bei Anwendung geringerer Blechstärken eine Gefährdung des Betriebes nicht für wahrscheinlich gelten kann. Deshalb ist in allen Fällen darauf zu achten, dafs der Apparat in konstruktiver Hinsicht die Sicherheit gewährt, dafs er weder durch die Einwirkung des Gases noch durch sonstige Einflüsse irgendwie vorzeitig oder unerwartet zerstört oder in der Form verändert werden kann.

Die Prüfung mufs sich aus diesen Gründen auf die Feststellung erstrecken, dafs die Auflagen des Apparates stets verstärkt sind, dafs Gufsteile durch Rippen u. s. w. versteift werden, dafs z. B. das Gerüst des Gasbehälters die nötige Widerstandsfähigkeit gegen den seitlichen Druck der Führungsrollen und, wenn im Freien aufgestellt, auch gegen den Winddruck besitzt.

Ferner ist darauf zu achten, dafs die innere Ausführung der Apparatteile sich als widerstandsfähig gegen die Eingriffe erweist, sei es, dafs diese Widerstandsfähigkeit durch Verbleiung, Verzinkung und dergleichen oder auch durch geeignete Anstriche gegeben wird.

Speziell ist zu prüfen, ob die verwendeten Waschflüssigkeiten, Reinigungs- und Trocknungsmasse keinen zerstörenden Einflufs auf das Material der Apparate ausüben, event. ob die Apparate in genügender Weise gegen diese Wirkung geschützt sind.

Selbstverständlich mufs die Abwesenheit aller im Acetylenbetriebe verbotenen Materialien (Kupfer) festgestellt werden und ist hierbei speziell darauf zu achten, dafs versteckt liegende Apparatteile, wie z. B. Nieten, Verschraubungen u. s. w., nicht aus diesem Material hergestellt sind.

Dimensionierung des Entwicklers.

Die Gröfsen des Entwicklers sind natürlich verschieden, je nach dem angewendeten System. Im ganzen ist nur darauf zu achten, dafs der sich bildende Kalkschlamm mindestens das vier- bis fünffache des Volumens des angewendeten Carbides besitzt[1]). Sind deshalb die Teile, in denen Carbid zersetzt und der Schlamm angesammelt wird, kleiner, so kann nach Überfüllung des Behälters Wasser nicht mehr zum Carbide zudringen und es verbleibt ein Schlamm mit unzersetzten Carbidstücken.

Weiter ist darauf zu achten, dafs die Verbindung zwischen Carbid und Wasser eine derartige ist, dafs eine Verstopfung durch den Schlamm nicht stattfinden kann, da sonst Betriebsunterbrechungen entstehen, die auch in sicherheitlicher Hinsicht Gefährdungen nach sich ziehen können.

---

[1]) Vergl. auch S. 267/268.

Die vom Deutschen Acetylenverein vorgeschriebenen Blechstärken eines Entwicklers richten sich nach den anzuwendenden Flammen, und zwar wird als Normalflamme eine solche mit einem Konsum von 10 Litern in der Stunde angenommen.

Die Leistungsfähigkeit eines Entwicklers soll eine derartige sein, dafs der Betrieb aufrecht erhalten werden kann, ohne dafs eine fortlaufende Inanspruchnahme des Entwicklers stattfindet, d. h. dafs die Zersetzung des Carbides in Intervallen vor sich geht, zwischen denen stets eine gewisse, mindestens 20 bis 30 Minuten betragende Ruhepause eintritt.

Nicht aufser Acht zu lassen ist ferner bei der Prüfung, dafs die Schlammabflufsorgane genügend grofs sind. Der Schlammabflufs soll nicht nur den Zweck haben, die Carbidrückstände überhaupt entfernen zu können, sondern auch dies in kürzester Zeit zu thun und zwar derart, dafs etwaige unvergasbare Rückstände des Carbides eine Verstopfung nicht herbeiführen können.

Je nach der Gröfse des Apparates ist auch die Gröfse der Schlammabflufsrohre zu bemessen, doch soll als Regel, deren Befolgung bei der Prüfung festzustellen ist, gelten, dafs die Schlammabflufsrohre mindestens einen Zoll (26 mm) lichter Weite haben müssen.

Dimensionierung der Nebenapparate.

Die Abmessungen der Nebenapparate, Reiniger, Trockner u. s. w. sollen im richtigen Verhältnis zu der angenommenen Leistung der Apparate stehen. Mafsgebend für die Beurteilung der Frage, ob eine solche Übereinstimmung vorhanden ist, sind die Durchgangsmengen und Durchgangszeiten von Gas. Im allgemeinen kann entsprechend den Vorschriften für Steinkohlengas der Satz gelten, dafs für jede installierte Normalflamme zu 10 Liter der nutzbare Raum der Reiniger und Trockner 0,5 bis 1 Liter betragen soll. Selbstverständlich ist hierbei die Natur der Reinigungsmittel mit in Betracht zu ziehen. Reinigungsmittel, die durch Fällung wirken, bedürfen eines nicht so grofsen Reinigers wie solche, deren Wirkung auf Oxydation beruht, da im letzteren Falle zur Erzielung der gewünschten Wirkung eine längere Berührungszeit zwischen Reinigungsmasse und Gas notwendig ist als im ersteren Falle. Ebenso ist die innere Einrichtung der Reiniger, Wäscher und Trockner mafsgebend für die Bemessung ihrer Dimensionierung. Ein Urteil, ob die Abmessungen der Nebenapparate richtig gewählt sind, erhält man, wie weiter unten ausgeführt wird, durch eine Untersuchung des Gases vor und nach dem Passieren dieser Apparate.

Dimensionierung des Gasbehälters.

Über die notwendige Gröfse des nutzbaren Gasbehälterraumes bei Acetylenapparaten herrschen die verschiedenartigsten Ansichten. Wäh-

rend z. B. die bayerische Verordnung einen nutzbaren Gasbehälterraum von 25 Litern für jede installierte Normalgasflamme zu 10 Liter Stundenkonsum verlangt, ist diese Zahl nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins auf 7,5 Liter festgesetzt, und in den Vorschriften verschiedener anderer Länder ist eine bestimmte Zahl hierfür überhaupt nicht vorgesehen.

Die Verschiedenheit der Forderungen ist begründet in der verschiedenen Auffassung über die Aufgabe des Gasbehälters bei einem Acetylenentwickler. Von der einen Seite wird der Gasbehälter als Apparatteil in dem Sinne angenommen, dafs er im stande sein soll, die ganze Gasmenge des jeweilig zur Zersetzung kommenden Carbides aufzunehmen. Ferner soll er auch als Gassammler insofern dienen, als er ebenfalls noch etwa nach Abstellung des Konsums sich entwickelnde Gasmengen, die sogenannte Nachvergasung, verursacht entweder durch nachträgliche Zersetzung des Carbides infolge Wasseranziehung oder dadurch, dafs mehr Carbid dem Entwickelungswasser zugeführt wurde, als dem jeweiligen Konsum entspricht, aufnehmen soll, ohne dafs eine Ausströmung stattfindet.

Eine so grofse Dimensionierung des Gasbehälters ist aber nicht ohne weiteres als richtig anzuerkennen. In wirtschaftlicher Hinsicht ist es zwar richtig, den Gasbehälter so zu bauen, dafs die ganze Menge des Gases, das entwickelt werden kann, aufgespeichert wird, denn hierdurch werden ja Gasverluste vermieden — in sicherheitlicher Beziehung ist aber eine solche Aufspeicherung nicht nur nicht notwendig, sondern hinsichtlich mancher Systeme sogar nachteilig. Bei Apparaten, bei denen Carbid portionsweise dem Zersetzungswasser zugeführt wird, mag ja eine solche Abmessung des Gasbehälters vorteilhaft erscheinen, bei Apparaten, bei denen das Carbid portionsweise durch je nach Bedarf zugeführtes Wasser zersetzt ist, ist dies aber nicht der Fall.

Bekanntlich geschieht die Zersetzung des Carbides in den meisten Apparaten in Intervallen und zwar derart, dafs, nachdem ein gewisser Tiefstand der Glocke erreicht ist[1]), die Zersetzung einer neuen Portion erfolgt. Ist der Gasbehälter sehr grofs, so sind die einzelnen Carbidmengen, die jeweilig zur Zersetzung gelangen, ebenfalls recht grofs. Dies bewirkt aber, dafs die bei der Zersetzung so grofser Mengen auftretende Erwärmung entsprechend höher ist als bei Zersetzung kleinerer Mengen.

Ein Gasbehälterraum von 25 Litern für jede Normalflamme entspricht einer Zersetzungsperiode von fast $2^1/_2$ Stunden und ist es nicht ersichtlich, welchen Vorzug es haben soll, auf einmal Carbidmengen für den Bedarf von $2^1/_2$ Stunden zu zersetzen, wenn man dies in Intervallen für je eine Stunde thun kann. Dazu kommt noch, dafs auch so grofs dimensionierte Gasbehälter eine absolute Sicherheit gegen Aus-

[1]) Vergl. S. 275.

strömung von Gas, welches sich infolge Nachvergasung aus verschiedensten Ursachen angesammelt, nicht bieten. Hierfür dienen lediglich richtig dimensionierte und angelegte Sicherheitsvorrichtungen.

Wenn deshalb aus obigen Gründen eine zu grofse Dimensionierung des Gasbehälterraumes nicht angängig erscheint, so ist auch eine zu kleine Dimensionierung von gröfstem Nachteil. Abgesehen von dem wirtschaftlichen Mangel, dafs bei sehr klein dimensionierten Gasbehältern jede durch eine zufällige oder durch eine durch das System bewirkte Nachvergasung stattfindende Gasentwickelung für den Konsum verloren geht, ist auch in sicherheitlicher Beziehung eine gewisse Gröfse des Gasbehälters notwendig. Werden nämlich die Perioden der Carbidzersetzung zu gering bemessen, dann findet eine ununterbrochene Gaserzeugung und Carbidzerlegung statt. Hierbei erfolgt eine ständige Wärmeentwickelung und dadurch auch eine ständige Erwärmung, die zu recht bedeutenden Temperaturerhöhungen Anlafs geben kann, was sowohl in wirtschaftlicher wie in sicherheitlicher Beziehung zu verwerfen ist.

Es ist durchaus notwendig, dafs bei solchen Apparaten, namentlich wenn die Vergasung durch Zuströmen des Wassers zum Carbid erfolgt, zwischen den einzelnen Entwickelungsperioden Ruhepausen eintreten, welche gestatten, dafs die durch die Carbidzersetzung stattgefundene Wärmebildung im Entwickler durch Abkühlung entsprechend abgeleitet wird. Aus praktischen Gründen hat es sich erwiesen, dafs hierfür Zeitintervalle von $^3/_4$ bis 1 Stunde notwendig sind resp. genügen, und darum mufs auch die von den Normen des Deutschen Acetylenvereis geforderte Zahl von 7,5 Litern als normal und den praktischen Bedürfnissen entsprechend angesehen werden.

Bei der Prüfung von Acetylenapparaten ist deshalb darauf zu achten, dafs der nutzbare Gasbehälterraum mindestens 7,5 Liter für jede installierte Normalflamme mit 10-Liter-Stundenverbrauch beträgt.

Selbstredend ist auch hierbei das System als solches mit in Betracht zu ziehen. Sind besondere Vorkehrungen getroffen, durch welche eine Nachvergasung vermieden wird und eine ständige Kühlung des Entwicklers in thatsächlicher Weise stattfindet, so kann die Minimalgrenze etwas tiefer gesetzt werden.

Für Apparate, namentlich für solche des Tauchsystems, in denen intensive Temperatursteigerungen im Entwickler resp. im Innern des Carbidvorrates erfolgen, mufs die Grenze höher gesetzt werden und entsprechende Erwägungen sind auch für andere Systeme mafsgehend.

Eine bestimmte Minimalgrenze des Gasbehälters ist aber noch aus anderen Gründen notwendig. Die Carbidzersetzung ist ein Vorgang, der nicht momentan vor sich geht, sondern einer gewissen Zeit bedarf. Je nach der Natur des angewendeten Carbides, ob langsam oder schnell vergasend, ist diese Zeit eine längere oder kürzere. Immerhin ist es notwendig, dafs eine bestimmte Entwickelungszeit dem Carbid dar-

geboten wird, sonst tritt der Umstand ein, dafs entweder das Carbid nicht total zersetzt wird, und deshalb unzersetzte Carbidstücke im Schlamm verbleiben oder auch, dafs bei gleichbleibendem Konsum stets neue Carbidmengen der Vergasung zugeführt werden, ehe noch die vorher der Zersetzung unterworfenen Carbidportionen vollständig vergast sind. Es ist aus diesen Gründen eine periodische Zersetzung des Carbides notwendig, gleichgültig ob solche durch Zuführung von Carbid zum Wasser oder umgekehrt stattfindet. Die Gröfse dieser Periode ist aber auch nicht allzu kurz zu bemessen, denn es ist mit der Thatsache zu rechnen, dafs die Carbidsorten sehr verschieden sind und zu ihrer Zersetzung manchmal recht langer Perioden bedürfen. Auch hier erscheint ein Intervall von einer halben bis einer ganzen Stunde als zweckentsprechend und demnach auch als richtig eine Dimensionierung von 7,5 Liter nutzbaren Gasbehälterraumes für jede installierte Normalflamme und zwar ausgehend von der Thatsache, dafs die Carbidzersetzungsperiode und der Gasbehälterraum voneinander abhängig sind. Die Feststellung des Gasbehälterinhaltes durch Ausmessung bietet bei der Prüfung keine Schwierigkeiten.

Dimensionierung der Rohrverbindungen.

Die Rohrverbindungen sollen bei normalem Betriebe im stande sein, die ganze Menge des Gases fortzuleiten, welche jeweilig entwickelt oder den Konsumstellen zugeführt wird und zwar derart, dafs keine Druckschwankungen erfolgen, die zu Gasausströmungen aus den Wasserverschlüssen u. s. w. Anlafs geben können. Eine richtige Dimensionierung der Rohrverbindungen ist deshalb bei der Prüfung der Druckschwankungen im Betriebe des Acetylenapparates mit zu erkennen, wie solches unter 2. angegeben ist.

Entwickelungsgeschwindigkeit des Gases.

Für die Beurteilung eines Apparates ist der Umstand von Wichtigkeit, dafs die zur Entwickelung bestimmte Menge Carbid jeweilig auch thatsächlich zersetzt wird.

Welche Nachteile dadurch entstehen, wenn dies nicht der Fall ist, wurde vorstehend bei Besprechung der Gröfse des Gasentwicklers bereits erwähnt. Die Entwickelungsgeschwindigkeit ist, wie erwähnt, abhängig von der Dimensionierung des Entwicklers und des Gasbehälters; doch auch Wasserzuführung resp. Carbidzuführung üben hierauf einen mafsgebenden Einflufs aus. Die Entwickelungsgeschwindigkeit soll eine derartige sein, dafs nicht nur die während einer jeden Periode der Entwickelung unterworfene Carbidmenge auch thatsächlich zersetzt wird, sondern dafs auch zu Beginn einer jeden Zersetzungsperiode stets sofort eine Gasmenge entwickelt wird, welche für den gegebenen Moment

gröfser ist als der Konsumbedarf, damit eine Störung des Betriebes nicht eintritt. Die Prüfung des Apparates mufs sich deshalb darauf erstrecken, dafs einmal im Betriebe selbst, d. h. bei vollem Konsum, die Zersetzungsperiode so vor sich geht, dafs dieselbe mit einer steten Steigerung der Gasglocke verbunden ist, andererseits soll aber auch nach Beendigung jeder Zersetzungsperiode eine möglichst vollständige Ausnutzung der während derselben der Vergasung unterworfenen Carbidmengen stattgefunden haben, d. h. es darf nach Beendigung einer solchen Periode weder der Schlamm wesentlich unzersetzte Carbidstücke enthalten, noch auch eine wesentliche Nachentwickelung von Gas stattfinden.

Entwickelungsmenge des Gases.

Für die Beurteilung der Frage, ob eine vollständige Zersetzung der jeweilig zur Gaserzeugung gegebenen Carbidmenge erfolgt, kann auch die Prüfung der Thatsachen dienen, ob man aus der gegebenen Carbidmenge auch wirklich die mögliche Gasausbeute erhält. Wie bereits im Anfang dieses Kapitels erwähnt wurde, wird die Gasausbeute von sehr vielen Faktoren ungünstig beeinflufst und ist deshalb die Bestimmung der Gasausbeute als ein Kennzeichen dafür anzusehen, dafs diese den nachteiligen Einflufs ausübenden, an sich zu vermeidenden Einflüsse nicht bestehen. Eine verringerte Gasausbeute im Apparate deutet stets darauf hin, dafs irgendwo ein unerwünschter Verlust an Gas stattfindet, sei es ein direkter Verlust durch Undichtigkeiten oder ein indirekter durch Bildung von Kondensationsprodukten, durch Absorption oder auch durch unvollständige Vergasung des Carbides, letzteres hervorgerufen entweder durch Mangel an Zersetzungswasser oder durch Mangel an Zersetzungszeit oder auch durch Vorhandensein von Stoffen, welche die Vergasung hindern.

Die Bestimmung der Gasausbeute ist in der Weise auszuführen, dafs zur Zersetzung ein Carbid verwendet wird, dessen Acetylengehalt genau nach den Vorschriften des Deutschen Acetylenvereins bestimmt worden ist. Die im Apparate erhaltene Gasausbeute darf von der thatsächlich enthaltenen Gasmenge nicht mehr als um 5 Proz. abweichen; ist die Differenz gröfser, so mufs speziell untersucht werden, welche Einflüsse eine solche hervorrufen und festgestellt werden, ob diese Einflüsse in wirtschaftlicher oder sicherheitlicher Beziehung irgend einen Nachteil bieten.

Temperatur der Entwickelung.

Die Feststellung der bei der Entwickelung von Acetylen auftretenden Temperaturverhältnisse ist eine der wichtigsten Aufgaben der Apparatprüfung. Wie bereits oben mitgeteilt wurde, üben eine ganze Reihe von Konstruktions- und Ausführungsmängeln eine Wirkung auf

die Thätigkeit der Acetylenapparate insofern aus, als dieselben mit einer starken Temperaturerhöhung verbunden sind und kann demnach die Temperaturbestimmung als ein Kennzeichen zur Feststellung der verschiedenartigsten Mängel dienen.

Aus welchen Gründen übermäfsige Temperaturerhöhung bei der Acetylenentwickelung zu vermeiden ist, wurde bereits am Anfang dieses Kapitels und wiederholt an anderen Stellen dieses Handbuches ausgeführt [1]). Hier handelt es sich darum, die Methoden zu besprechen, welche dazu dienen sollen, die Wärmefunktionen eines Acetylenapparates zu ermitteln und zu überwachen.

Es giebt zwei solcher Methoden: a) eine direkte zur Messung der entwickelten Wärme, und b) eine indirekte durch Untersuchung des aus dem Entwickler erhaltenen Gases.

Die direkte Messung erfolgt entweder, indem die Mefsinstrumente im Innern der Carbidmasse untergebracht werden oder auch, indem die Temperatur des dem Entwickler direkt entströmenden Gases ermittelt wird.

Die indirekten Messungen beruhen auf der Feststellung der Erscheinungen, die bei Besprechung der Verunreinigungen des Acetylens [2]) ausführlich dargelegt sind und zwar auf der Veränderlichkeit der Zusammensetzung des Gases je nach der Entwickelungstemperatur. Das Ergebnis solcher speziell von Caro ausgeführter Beobachtungen kann im allgemeinen, wie folgt, wiedergegeben werden:

Je höher die Entwickelungstemperatur, desto gröfser ist

a) die Gesamtmenge des Schwefels im Gase,

b) die Menge der organischen Schwefelverbindungen im Gase.

Für Einwurfapparate gilt noch folgendes:

Erfolgt die Zersetzung des Carbides unter Wasser, so enthält das gewonnene Gas keinen freien Schwefelwasserstoff, erfolgt die Zersetzung des Carbides so, dafs ein Teil desselben an die Oberfläche gelangt und nur durch Benetzung zersetzt wird [3]), so enthält das Gas freien Schwefelwasserstoff und schwefelhaltige organische Verbindungen.

Im allgemeinen gilt der Satz, dafs bei Apparaten, in denen die Zersetzung des Carbides durch Zuströmen von Wasser zum Carbide erfolgt, normaler Weise, d. h. wenn nicht übermäfsige Temperaturerhöhungen auftreten, höchstens 30 bis 40 Proz. des im Carbide enthaltenen Schwefels in Gasform übergehen dürfen, gegen nur 8 bis 10 Proz. in Einwurfapparaten. Aufserdem darf die Menge des im Gase in Form von organischen Verbindungen enthaltenen Schwefels, d. h. derjenigen Schwefelverbindungen, die im Gase nach dessen Waschung mit Bleiacetat verbleiben, nicht mehr als 10 Proz. des gesamten im Gase vorhandenen Schwefels betragen. Eine Übersteigung dieser

[1]) Vergl. u. a. S. 194, 225 u. f.. 273 u. a. m. — [2]) Vergl. S. 225. u. f. — [3]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 217.

Grenze deutet darauf hin, dafs bei Zuflufsapparaten eine über das Normale gehende Temperaturerhöhung stattfindet, bei Einwurfapparaten, dafs eine Zersetzung unter lokaler Erhitzung oder nicht unter Wasser vor sich geht.

Die Bestimmung der Temperatur nach der indirekten Methode ist deshalb identisch mit der Ermittelung der Reinheit des erhaltenen Gases, so dafs an dieser Stelle nur die direkte Temperaturbestimmung besprochen werden soll.

Die Feststellung der Entwickelungswärme durch Messung der im Carbide selbst entstehenden Temperatur bietet mancherlei Schwierigkeiten. Eine Einführung von Thermometern in das Carbid selbst ist natürlich ausgeschlossen und kann diese Messung zweckmäfsigerweise nur auf zweierlei Art ausgeführt werden, einmal durch Anwendung von Thermoelementen und sodann durch Verwendung von Metalllegierungen bestimmter Schmelzpunkte, welche dem Carbid beigefügt werden.

Die Verwendung von Thermoelementen bedingt, dafs man im Entwickler einen besonderen, mit Dichtung versehenen Stutzen zum Durchführen der Leitungsdrähte anbringt. Im übrigen leidet diese Methode auch an dem Übelstande, dafs man mit einem Thermoelemente nur an einer Stelle die Messung ausführen kann, während es gerade bei diesen Temperaturbestimmungen darauf ankommt, möglichst viele Stellen des sich zersetzenden Carbides kontrollieren zu können.

Zu diesem Zwecke verfährt man derart[1]), dafs man zwischen das Carbid Metallplomben einlegt, die mit Nummern versehen sind und aus Legierungen bestehen, deren Schmelzpunkt bekannt ist. Es können folgende Legierungen resp. Metalle verwendet werden, welche eine zweckentsprechende Skala bilden. Nach beendeter Untersuchung nimmt man die Plomben heraus und sieht nach, welche geschmolzen oder ungeschmolzen sind.

Legierungsmetalle: Teile					Schmelzpunkt
Blei	Zinn	Antimon	Cadmium	Wismut	Grad
2	1	—	1	7	65,0
8	3	—	10	8	75,0
6	—	—	1	7	82,0
—	2	—	1	3	95,0
5	3	—	—	8	100,0
8	4	—	—	8	113,3
8	8	—	—	8	123,3
12	8	—	—	8	132,4
16	12	—	—	8	145,4

[1]) Caro, Ztsch. f. Beleuchtungswesen 1898, 135.

Legierungsmetalle: Teile					Schmelzpunkt
Blei	Zinn	Antimon	Cadmium	Wismut	Grad
32	36	—	—	8	160,2
32	28	—	—	8	166,5
30	24	—	—	8	172,0
—	—	—	—	1	249,0
—	—	—	1	—	318,0
1	—	—	—	—	326,0
—	—	1	—	—	434,0

Bei regulärem Entwickelungsbetriebe soll die Temperatursteigerung im Innern des Carbides an keiner Stelle über 150° C., im allgemeinen soll sie aber niemals über 100° C. steigen.

Von Wichtigkeit ist es, nicht nur die Vorgänge im Innern des Carbides zu kennen, sondern auch im allgemeinen zu erfahren, welche Temperatur das erzeugte Gas im Augenblick der Entwickelung besitzt. Mit steigender Temperatur ist nämlich die Einwirkung des Gases auf die Metallteile des Apparates eine immer intensivere und ist deshalb darauf zu sehen, dafs der Entwickler ein Gas liefert, dessen Temperatur nicht über 60° C. ist.

Die Temperaturmessung des Gases erfolgt am bequemsten mittels Maximalthermometer, welche an der zweckmäfsigsten Stelle angehängt und nach beendeter Entwickelung beobachtet resp. abgelesen werden. Es ist nicht notwendig, dafs das eingelegte Thermometer von aufsen sichtbar ist, da ja die Angaben desselben auch dann kontrolliert werden können, wenn sich das Gas nach erfolgter Entwickelung bereits abgekühlt hat.

Reinheit des Gases.

Die Ermittelung der Reinheit des Gases bietet, wie sich aus den vorausgegangenen Ausführungen ergiebt, ebenfalls eines der wichtigsten Kennzeichen für die Beurteilung der Acetylenapparate. Sie kann nach einer der analytischen Methoden stattfinden, welche bereits an anderer Stelle[1]) angegeben sind.

Für die Feststellung der Thätigkeit eines Apparates ist es wünschenswert, die Reinheitsbestimmungen an verschiedenen Stellen vorzunehmen, nämlich hinter dem Entwickler selbst, sodann hinter dem Wäscher, Reiniger u. s. w., denn nur so ist es möglich, die Thätigkeit der einzelnen Apparatteile zu kontrollieren.

Als eine bequeme, für die meisten Fälle ausreichende und ein klares Bild über die Thätigkeit des Entwicklers gebende Methode hat

[1]) Vergl. S. 239 u. f.

sich die der Bestimmung des Heizwertes des erhaltenen Gases im Junkersschen Kalorimeter[1]), verbunden mit einer Analyse des hierbei erhaltenen Kondenswassers, erwiesen; diese auf Veranlassung von Prof. Erdmann von Caro ausgearbeitete Methode[2]) giebt nicht nur einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der üblichen Verunreinigungen des Gases, sondern gestattet auch die Feststellung des Luftgehaltes des entwickelten Acetylens in den verschiedensten Stadien seiner Bereitung.

Der Luftgehalt übt nämlich, entsprechend der Luftmenge, eine erniedrigende Wirkung auf den kalorimetrischen Wert des Gases[3]) aus, die Untersuchung des Kondenswassers giebt einen Anhaltspunkt dafür, welche Mengen schwefel- und phosphorhaltiger Verbindungen in das Gas übergegangen sind. Im allgemeinen gehen in das Kondenswasser fast der ganze im Gase enthaltene Phosphor als Phosphorsäure und etwa 80 Proz. des darin enthaltenen Schwefels als schweflige Säure oder Schwefelsäure über. Es ist selbstverständlich, dafs der Prüfung eine Untersuchung des angewendeten Carbides vorangegangen sein mufs. In welcher Weise das Kalorimeter eine Kontrolle des Gases und damit auch der Thätigkeit des Entwicklers gestattet, sei an folgenden Beispielen erläutert[4]):

Carbid mit einem Gehalte von 0,460 Proz. Schwefel und 0,220 Proz. Phosphor wurde in einem Einwurfapparate mit festem Carbidbehälter zersetzt. Der Carbidbehälter wurde ganz gefüllt und unter Wasser gebracht; der sofort sich bildende Kalkschlamm bedeckte das Carbid derart, dafs Wasser nur durch Ansaugung Zutritt fand, und erfolgte die Carbidzersetzung, trotzdem das Carbid ganz mit Wasser bedeckt war, unter starker Wärmeentwickelung.

Das Kondenswasser des Kalorimeters enthielt 83,2 Proz. des Phosphors und 41,0 Proz. des Schwefels aus dem Carbide.

Sodann wurde mit demselben Carbid der Versuch wiederholt, jedoch mit der Abänderung, dafs der Carbidbehälter nur zur Hälfte gefüllt wurde, so dafs Wasser durch denselben frei zirkulieren konnte. Das hierbei erhaltene Gas enthielt 81,0 Proz. des Phosphors und 2,1 Proz. des Schwefels aus dem Carbide.

Im ersteren Falle erfolgte, wie die Schwefelbestimmung zeigt, die Zersetzung unter starker Temperaturerhöhung, im zweiten Falle bei niedriger Temperatur.

Eine so durchgeführte Untersuchung zeigt auch den Unterschied der Zersetzung, welcher bei der Verwendung von stückigem und granuliertem Carbid in dem Einwurfapparat stattfindet: Stückiges Carbid sinkt hierbei unter Wasser und findet die Zersetzung unter fortdauernder Kühlung bei niedriger Temperatur statt, granuliertes Carbid wird

---

[1]) Vergl. auch Neuberg, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 342. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 153. — [3]) Vergl. S. 139. — [4]) Caro, Originalmitteilung.

dagegen an die Oberfläche des Wassers emporgerissen und findet eine Zersetzung in der Hauptsache nur durch Wasseransaugung statt, ohne Kühlwirkung des Wassers, demnach bei höherer Temperatur. Aus einem von Erdmann, Vogel und Caro im Jahre 1900 gemeinsam erstatteten Gutachten ist hierüber folgendes [1]) zu entnehmen:

Ein Carbid mit einem Gehalte von 0,214 Proz. Phosphor und 0,424 Proz. Schwefel wurde im stückigen Zustande im Einwurfapparat zersetzt. Das bei Verbrennung im Kalorimeter gebildete Kondensationswasser enthielt 78,4 Proz. des Phosphors und 0,82 Proz. des Schwefels.

Ein Carbid mit einem Gehalte von 0,192 Proz. Phosphor und 0,312 Proz. Schwefel wurde im granulierten Zustande im Einwurfapparat zersetzt. Das Kondenswasser enthielt 90,2 Proz. des Phosphors und 26,4 Proz. des Schwefels.

Ein anderes Carbid mit einem Gehalte von 0,208 Proz. Phosphor und 0,426 Proz. Schwefel wurde ebenfalls im granulierten Zustande im Einwurfapparat zersetzt und es enthielt das Kondenswasser 82 Proz. des Phosphors und 33 Proz. des Schwefels.

Ferner wurde in allen Fällen festgestellt, dafs die Entwickelungstemperatur im Carbide stets dort höher wird, wo der Schwefelgehalt des Kondenswassers ein höherer wurde.

Bei den Untersuchungen ergiebt gleichzeitig der Heizwert eine genaue Richtschnur für die Beurteilung des Gases in Bezug auf die vorhandenen Luftbeimengungen. Speziell bei der Prüfung von automatischen Apparaten ist es von Wichtigkeit, festzustellen, wie lange die Luftbeimengung im Apparate anhält, d. h. wie oft ein Spiel der Glocke eintreten mufs, ehe man ein luftfreies Gas erhält, denn für manche Zwecke, wie z. B. bei der Verwendung mit grofsen Düsenlöchern versehener Brenner ist es von Wichtigkeit, zu wissen, dafs man ein luftfreies Gas hat, da bei frühzeitigem Anzünden Rückschlag und Explosion eintreten kann. Für andere Zwecke, wie z. B. für Glühlichtbeleuchtung, ist dies ebenfalls von Interesse, weil Glühlichtbrenner nur mit reinem Acetylen gespeist werden können. Auch hierüber giebt das Kalorimeter genaue Auskunft.

Aus dem oben erwähnten Gutachten kann folgendes entnommen werden:

In einem Einwurfapparat, dessen Entwicklerraum mit Wasser gefüllt war, wurde ein Gas erhalten, welches pro Liter, bezogen auf flüssiges Wasser von 15° C., folgende Verbrennungswärme ergab:

sofort nach der Neubeschickung . . .	13 335	cal.
nach einer Minute	13 372	„
nach fünf Minuten	13 678	„

Ein mit demselben Carbide beschickter automatischer Apparat (der, wie ausdrücklich bemerkt wird, als besonders schlecht funktio-

[1]) Originalmitteilung.

nierend verworfen wurde) ergab zunächst ein Gas, welches nicht geprüft werden konnte, da der Bunsenbrenner des Kalorimeters fortdauernd durchschlug, und erst nachdem eine viermalige Entleerung des Gasbehälters stattgefunden hatte, war die Möglichkeit gegeben, die Flamme anzuzünden; die nunmehr vorgenommene Bestimmung der Verbrennungswärme gab, auf flüssiges Wasser bei 15° C. berechnet, 11 014 und 11 126 cal., sowie nach der fünften Entleerung des Gasbehälters 11 855 cal., d. h. es waren dann noch 18 Proz. Luft darin enthalten. Normale Werte über 13 000 cal. sind erst nach der zehnten Entleerung des Gasbehälters erhalten worden.

Selbstverständlich kann die Methode der Verwendung des Kalorimeters nur als eine vergleichende angewendet werden. Für exakte Bestimmungen der Verunreinigungen, namentlich der Feststellung der Natur derselben, sind besondere Methoden anzuwenden, die bereits an anderer Stelle[1]) ausführlich besprochen sind.

Wirkung des Wäschers.

Gemäfs der Aufgabe, die der Wäscher zu erfüllen hat, erstreckt sich die Prüfung desselben

a) auf seine Leistungsfähigkeit hinsichtlich der Absorption von Ammoniak und Schwefelwasserstoff, sowie der Abscheidung von mitgerissenem Kalk,

b) auf seine Fähigkeit, das Gas zu kühlen.

Die erste Prüfung wird zweckmäfsig in der Weise ausgeführt, dafs man hinter dem Wäscher das entweichende Gas mit rotem Lackmuspapier prüft, welches nicht, und zwar auch nicht stellenweise, gebläut werden darf. Die Kühlwirkung wird geprüft durch Einschaltung eines Maximalthermometers hinter dem Wäscher. Das entweichende Gas darf keine höhere Temperatur als 25° C. besitzen.

Gleichzeitig soll aber auch der Wäscher als Wasserabschlufsorgan zwischen Entwickler und Gasbehälter dienen. Die Prüfung seiner Funktionen in dieser Hinsicht erfolgt zweckmäfsigerweise derart, dafs man bei halbgefüllter Gasbehälterglocke den Entwickler öffnet. Es darf hierbei aus der Gasbehälterglocke kein Gas entweichen. Diese Prüfung ist demnach identisch mit der oben besprochenen auf Innehaltung von Punkt 11 der Normen des Deutschen Acetylenvereins für stationäre Acetylenapparate.

Ferner ist darauf zu achten, ob die Dimensionierung des Wäschers derartig ist, dafs auch bei ständigem Betriebe eine Überhitzung des Waschwassers nicht eintritt. Es müssen deshalb Vorrichtungen getroffen sein, sei es durch kontinuierlichen Wasserzu- und -abflufs oder auch durch Wahl entsprechender Wäschergröfsen, dafs die Temperatur

---

[1]) S. 239 u. f.

des Waschwassers nach einstündigem vollem Betriebe nicht über 25 bis 30° C. steigt und ist die Prüfung hinsichtlich dieses Punktes besonders vorzunehmen.

Gröfse und Wirkung der Reiniger.

Im Reiniger soll das Gas von allen normalen und zufälligen Verunreinigungen befreit werden. Die Prüfung der Wirksamkeit des Reinigers besteht demnach in der Prüfung des Gases auf Reinheit nach dem Passieren desselben.

Ein gut gereinigtes Gas darf nur ganz geringe Spuren Schwefel- und Phosphorverbindungen enthalten, dagegen kein Ammoniak und keinen freien Schwefelwasserstoff; ferner darf das Gas nicht mit teerigen Bestandteilen und nicht mit Kalkstaub vermischt sein. Die Prüfung des Gases erfolgt mittels einer der an anderer Stelle[1]) beschriebenen Methoden, event. in der vorstehend dargelegten Weise unter Benutzung des Junkersschen Kalorimeters.

Für die Beurteilung des Reinigers[2]) ist von Wichtigkeit die Prüfung der Reinigungsmasse[3]) selbst, dieselbe darf keine Bestandteile enthalten, welche Überhitzung und chemische Veränderungen des Acetylens herbeiführen.

Die Prüfung hat sich auch darauf zu erstrecken, dafs sich beim Passieren des Gases durch die Reinigungsmasse die Temperatur im Innern der Masse nicht oder doch nur ganz unwesentlich steigert, ferner dafs das Gas nach Passieren des Reinigers keinerlei Bestandteile enthält, welche es früher nicht enthielt, so z. B. Chlorprodukte[4]) oder dergleichen. Die Feststellung der Chlorprodukte erfolgt ebenfalls zweckmäfsig durch Prüfung des Kondenswassers nach der Verbrennung des Gases im Junkersschen Kalorimeter, welches in diesem Falle stets salzsäurehaltig ist.

Sodann ist festzustellen, ob das Material der Reiniger unangreifbar gegen die Wirkung der Reinigungsmasse ist, event. ist zu prüfen, ob besondere Isolierwände angebracht sind, welche die Reinigungsmasse von dem Reinigermaterial trennen.

Die Reiniger sollen so dimensioniert sein, dafs auch bei vollem und ständigem Betriebe eine gute Reinigung des Gases erfolgt.

Von Wichtigkeit ist, dafs die Reinigungsmasse stets durchlässig für das Gas bleibt. Die Konstruktion der Reiniger mufs deshalb derartig sein, dafs Verstopfungen nicht eintreten und doch eine innige Berührung des Gases mit der Masse gewährleistet erscheint.

---

[1]) S. 239 u. f. — [2]) Vergl. S. 328 u. f. — [3]) Vergl. S. 252 u. f. — [4]) Vergl. S. 253.

Gröfse und Wirkung des Trockners.

Der Trockner hat die Aufgabe, das Gas möglichst von Feuchtigkeit zu befreien und dem Betriebe in trockenem Zustande zuzuführen. In den meisten Fällen bildet der Trockner einen integrierenden Bestandteil des Reinigers, resp. ist die Wirkung der Trockenmasse (Kalk u. s. w.) notwendig, um die Wirkung der Reinigung zu vervollständigen. In solchen Fällen ist die Prüfung der Reinheit des Gases nicht hinter dem Reiniger, sondern hinter dem Trockner auszuführen. An sich hat der Trockner nur die Aufgabe, zu verhindern, dafs übermäfsig feuchtes Gas in die Leitung gelangt. Geringe Mengen von Feuchtigkeit sind nicht schädlich und ist eine Trockenwirkung bis auf einen Höchstgehalt von 5 Proz. Wasserdampf zulässig [1]). Die Prüfung darauf geschieht zweckmäfsig in der Weise, dafs man ein bestimmtes Volumen hinter dem Trockner entnommenen Gases durch ein gewogenes Chlorcalciumrohr streichen läfst.

Für die Gröfse des Trockners und für die Natur der Trocknungsmasse gelten dieselben Bestimmungen wie für die Reiniger. Es darf auch bei dauerndem Betriebe keine Verstopfung bei genügender Wirksamkeit eintreten und ferner darf die Trockenmasse an das Gas keinerlei Bestandteile abgeben, die vorher, d. h. nach erfolgter Reinigung, in demselben nicht enthalten waren. Es ist deshalb die Verwendung von Carbid als Trockenmasse zu verwerfen.

Von Wichtigkeit ist, dafs die Trockenmasse nicht in einer Form angewendet wird, welche geeignet erscheint, dem Gase neue Verunreinigungen in Form von Kalkstaub u. s. w. zuzuführen und ist ferner darauf zu achten, dafs der Gasausgang eine gewisse Filtration zum Zwecke der mechanischen Reinigung des Gases gestattet.

Die Gröfse des Trockners richtet sich je nach der von ihm zu erfüllenden Aufgabe: bildet er, wie bei manchen Reinigungsmassen, einen Teil des Reinigers, so ist darauf zu achten, dafs diese reinigende Wirkung auch bei ständigem Betriebe voll erfüllt wird, so z. B. darf bei der Frankolinmasse kein Salzsäuredampf in die Leitung gelangen, derselbe mufs vielmehr vollständig vom Trockner absorbiert werden. Wo dem Trockner nur die Aufgabe zufällt, das Gas zu trocknen, kann die Dimensionierung entsprechend geringer gewählt werden.

Für die Beurteilung der Wirkung des Trockners sind stets mafsgebend die Reinheit und der Feuchtigkeitsgehalt des Gases hinter dem Trockner.

Beurteilung der Betriebssicherheit.

Die Prüfung der Acetylenapparate auf Betriebssicherheit besteht in der Untersuchung der Konstruktion dahingehend, ob nicht an dem

[1]) Vergl. S. 273.

Apparate Teile oder konstruktive Eigenheiten vorhanden sind, welche eine Unterbrechung des Betriebes und damit Gefährdung der Betriebssicherheit herbeiführen könnten. So z. B. ist besondere Aufmerksamkeit bei der Prüfung solcher Apparate aufzuwenden, bei denen die Bethätigung des Carbidbehälters von der Gasbehälterglocke erfolgt und namentlich bei solchen Apparaten, bei denen die in ihnen aufgespeicherte Carbidmenge durch die Gasbehälterglocke bewegt wird. Bei Apparaten mit Zuflufs von Wasser zum Carbide ist die entsprechende Dimensionierung und Lage der Zuflufsröhren zu prüfen, da eine Verstopfung derselben zu Betriebsunterbrechungen Anlafs geben kann. Ferner sind die Apparate daraufhin zu prüfen, ob die hinreichende Anzahl von Sicherheitsausströmungen und zwar in genügender Dimensionierung vorhanden sind.

Allgemeine Regeln für die Prüfung von Apparaten auf Betriebssicherheit können nicht aufgestellt werden, weil diese Prüfung sich je nach dem System und der Konstruktion richtet, jedoch ist der allgemeine Grundsatz zu befolgen, dafs ein Apparat nur dann gebrauchsfähig erscheint, wenn er im stande ist, während einer bestimmten Beleuchtungsperiode (bis acht Stunden) die zugehörige Konsumanlage mit gebrauchsfertigem (reinem, trockenem, kühlem) Gas zu versehen und zwar derart, dafs während dieser Periode eine neue Beschickung mit Wasser und mit Carbid nicht notwendig ist, resp. dafs entweder nur Wasser oder nur Carbid nachgefüllt werden mufs, jedoch stets so, dafs hierbei keinerlei Acetylenausströmungen stattfinden können[1]).

Die Apparate müssen deshalb mit genügend grofsem Wasserbehälter und Carbidvorrat versehen sein. Ist der Carbidvorrat ein geringer, oder ist ein solcher, wie bei Handapparaten, überhaupt nicht vorhanden, so darf die Zuführung des Carbides nur von aufsen geschehen und zwar derart, dafs hierbei ein Entströmen von im Carbidbehälter befindlichem Acetylengas nicht oder doch nur in völlig belanglosen Spuren stattfindet. Reicht der Wasservorrat nicht für die ganze Betriebsperiode aus, so darf auch hier die Nachfüllung nur von aufsen ohne weiteres Ausströmen des Acetylens erfolgen, auch mufs darauf gesehen werden, dafs bei eintretendem Wassermangel nicht ein Ausströmen des Acetylens stattfindet. Apparate, bei denen sowohl Carbid als auch Wasser während der Betriebsperiode nachgefüllt werden müssen, sind im allgemeinen zu verwerfen, es sei denn, dafs trotz des kontinuierlichen und selbstthätigen Wasserzuflusses, resp. der kontinuierlichen und selbstthätigen Carbidzuführung eine gesicherte Betriebsmöglichkeit geboten ist. In allen Fällen ist zu vermeiden, dafs eine Entleerung des Schlammes während der Betriebsperiode notwendig wird, auch hier mit Ausnahme des Falles, dafs eine solche Schlammabscheidung kontinuierlich und

[1]) Vergl. Punkt 11 der „Normen des Deutschen Acetylenvereins für stationäre Anlagen", S. 337.

selbstthätig vor sich geht und zwar unter Bedingungen, bei denen ein Ausströmen des Acetylens vermieden wird.

Die Betriebssicherheit eines Apparates ist in hohem Maſse abhängig nicht nur von seiner Konstruktion und Ausführung, sondern nicht minder auch von seiner Aufstellung. Für die Prüfung in dieser Hinsicht sind in erster Reihe maſsgebend die diesbezüglichen behördlichen Vorschriften, nicht minder die Vereinbarungen des Deutschen Acetylenvereins mit dem Verbande deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften über die Aufstellung u. s. w. von Acetylenapparaten [1]).

Die Prüfung hat sich in einzelnen Punkten zu erstrecken auf:

a) den Apparatraum und die Aufstellung des Apparates in demselben,
b) auf die Anlage von Sicherheitsrohren des Apparatraumes,
c) die Beleuchtung des Apparatraumes,
d) den Frostschutz der Apparate, und schlieſslich
e) die Lagerung des für den Apparatbetrieb nötigen Carbides [2]).

Zentralanlagen.

Begriff der Acetylenzentralen.

Man pflegt in der Acetylentechnik drei verschiedene Arten von Apparaten zu unterscheiden: Handapparate, Hausapparate oder Einzelanlagen und Zentralanlagen. Die beiden letztgenannten faſst man auch unter dem Sammelnamen „stationäre“ Anlagen zusammen. Während bei Handapparaten eine Rohrleitung überhaupt nicht in Frage zu kommen pflegt, handelt es sich bei der an zweiter Stelle genannten Art von Apparaten um Anlagen, von denen aus das Acetylen durch eine Rohrleitung, die gelegentlich sehr lang und weit verzweigt sein kann, fortgeführt wird, jedoch mit der Einschränkung, daſs es sich nur um die Beleuchtung eines einzelnen Gebäudes, gegebenenfalls eines Wohnhauses mit dazu gehörigen Wirtschaftsgebäuden handelt. Nimmt das Rohrnetz eine gröſsere Ausdehnung an, womit natürlich eine entsprechend gröſsere Flammenzahl und dem zufolge auch eine gröſsere Dimensionierung der Apparate Hand in Hand zu gehen pflegt, so spricht der Techniker von einer Zentralanlage. Dahin gehören z. B. die Beleuchtung groſser Fabriken (Fabrikzentrale), einer Anzahl mehr oder weniger nahe zusammenliegender Wohnhäuser (Blockzentrale), und endlich diejenige einer ganzen Ortschaft (Orts- oder Stadtzentrale).

---

[1]) Vergl. Abschnitt V. — [2]) Bezüglich der einzelnen hierfür geltenden Prüfungsbestimmungen sei verwiesen auf das schon erwähnte Buch „Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung und Begutachtung von Acetylenanlagen“ von Dr. N. Caro, sowie auf die weiter unten in Abschnitt V gegebene Zusammenstellung der geltenden gesetzlichen Vorschriften und privaten Vereinbarungen.

Im Gegensatz zu der in der Technik üblichen Gliederung macht die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke nur einen Unterschied zwischen solchen Anlagen, welche das Acetylengas käuflich abgeben und solchen, welche dies nicht thun. Die ersteren, welche sie „Acetylen-Gasfabriken“ nennt [1]), sind ihr unterstellt. Dazu können also unter Umständen auch Hausapparate von recht bescheidenem Umfange gehören. Wenn z. B. ein Gastwirt sich lediglich zur Beleuchtung seiner Wirtschaftsräume eine kleine Einzelanlage anschafft, seinem Nachbar aber auf dessen Bitte einen Rohrstrang zur Speisung einer oder weniger Flammen überläfst, die hierfür verbrauchte Gasmenge durch eine besondere Uhr gemessen und vom Nachbarn eine dem Verbrauche entsprechende Entschädigung gezahlt wird, so fällt die Anlage im Sinne der Berufsgenossenschaft unter die „Acetylen-Gasfabriken“. Andererseits ist in diesem Sinne eine grofse Fabrikzentrale, die, was die Dimensionierung der Apparate, die Zahl der angehängten Flammen und den Verbrauch an Acetylengas anbelangt, oft gröfser sein kann als eine städtische Zentrale, keine „Acetylen-Gasfabrik“.

Sowohl für Fabrik- wie auch für Blockzentralen gilt in technischer Hinsicht genau dasselbe wie für Ortszentralen. Bei letzteren liegen aber in der Regel die Verhältnisse insofern weit schwieriger, als sie mit einem viel ausgedehnteren Rohrnetz zu rechnen haben. Es wird deshalb genügen, wenn wir uns auf eine Beschreibung der für diese in Betracht kommenden Verhältnisse beschränken.

Objekte für Zentralen.

Zur Auswahl geeigneter Ortschaften und Gebäudekomplexe ist den Acetylenzentralen nach unten hin keinerlei Grenze gesetzt, während nach oben für Ortschaften, deren Einwohnerzahl eine gewisse Höhe übersteigt oder bei denen aufsergewöhnliche, noch weiter unten zu besprechende wirtschaftliche Verhältnisse vorliegen, das Acetylengas angesichts der heutigen Preise für Calciumcarbid [2]) mit dem Steinkohlengas nicht mehr konkurrenzfähig bleibt.

Allerdings ist ersteres nicht so zu verstehen, als ob nun für jede kleine oder kleinste Ortschaft der Bau einer Acetylenzentrale zu empfehlen wäre. Dies ist durchaus nicht der Fall, es kann vielmehr auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen nicht genug davor gewarnt werden, in Ortschaften, die nicht von vornherein Gewähr bieten für regelmäfsige Abnahme des Gases in einer für die Aufrechterhaltung eines normalen Betriebes und für die Besoldung eines eigenen Gasmeisters hinreichenden Menge, derartige Zentralen zu bauen, wie dies

[1]) Vergl. weiter unten in Abschnitt V die Fufsnote zu § 1 der „Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke für Acetylen-Gasfabriken vom 27. Dezember 1901“. — [2]) Vergl. S. 125.

hier und da geschehen ist. Ortschaften mit weniger als z. B. 1500 bis 2000 Einwohnern können nur dann an den Bau einer vollen Zentrale denken, wenn relativ viel Familien mit guten wirtschaftlichen Verhältnissen ansässig und Behörden vorhanden sind, die sich zum Anschluſs bereit erklären, oder wenn gröſsere Fabriken, die Bahnhofsverwaltung u. s. w. die regelmäſsige Abnahme gröſserer Gasmengen gewährleisten. Besonders vorsichtig soll man namentlich auch dann sein, wenn die Ortschaft sehr weit gebaut, also bei einer geringen Zahl von Anschlüssen ein verhältnismäſsig langes Rohrnetz erforderlich ist. Es hat sich noch kein fester Erfahrungssatz dafür herangebildet, welche durchschnittliche Mindestzahl von angeschlossenen Flammen für je 1 km Rohrnetz anzunehmen ist, um eine hinreichende Rentabilität zu sichern bezw. was dasselbe ist, die Gasabgabe zu einem solchen Preise zu ermöglichen, daſs das Acetylenlicht mit der Petroleumbeleuchtung den Wettbewerb aufnehmen kann. Nach den bisherigen Erfahrungen dürften aber insgesamt 100 bis 150 Flammen auf je 1 km Straſsenrohr und darunter mindestens 50 Flammen, auf deren regelmäſsige tägliche Benutzung zu rechnen ist, als diejenige Zahl anzusehen sein, die schon vor Beginn des Baues fest gezeichnet sein muſs, und dies auch nur dann, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse der übrigen Einwohner es wahrscheinlich machen, daſs nach Verlauf von zwei bis drei Jahren mit einer Gesamtzahl von 200 bis 300 angeschlossenen Flammen auf 1 km gerechnet werden kann. Anderenfalls dürfte von vornherein auf angemessene Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals bei normalen Gaspreisen nicht zu rechnen sein.

Liegen die Verhältnisse ungünstiger — und vielfach wird das in kleinen Ortschaften der Fall sein —, so ist dringend von einer Zentrale mit einem Rohrnetz durch den ganzen Ort abzuraten. In solchen Fällen kann dagegen vielfach mit Aussicht auf Erfolg der Bau einer sogenannten „Blockzentrale“ empfohlen werden, d. h. einzelne, nahe aneinander gelegene Häuser bauen zusammen eine kleine Zentrale, die auf dem Grundstück eines der Beteiligten errichtet und von diesem bezw. seinen Angestellten nebenher mit bedient wird. Unter Umständen kann damit auch eine teilweise Straſsenbeleuchtung verbunden werden. Derartige Blockzentralen sind in manchen Orten im Betriebe, z. B. für eine Anzahl der am Marktplatze belegenen Häuser unter gleichzeitiger Beleuchtung des Marktplatzes. Wird dabei das Rohrnetz noch einige Meter in die angrenzenden Straſsen geleitet, so kann auch in diesen noch je eine Laterne aufgestellt event. auch hier und da noch ein gröſserer Konsument angeschlossen werden. Seitens der Acetylenindustrie scheint solchen Blockzentralen — von Ausnahmen abgesehen — bislang weit weniger Aufmerksamkeit zugewandt zu sein, als sie verdienen.

Sind die Verhältnisse günstiger und ist die vorerwähnte Mindestzahl von Anschlüssen gewährleistet, so ist in allen Ortschaften bis zu

einer gewissen Gröfse unter normalen Verhältnissen das Acetylen allen anderen Lichtarten in sehr vielen Fällen vorzuziehen. Als feststehend ist zunächst hervorzuheben, dafs

1. keine andere für zentrale Beleuchtung geeignete Lichtart sich in Bezug auf die Anlagekosten auch nur annähernd so billig stellt wie das Acetylengas;
2. keine andere Gasart an Einfachheit des Betriebes bei ihrer Erzeugung mit dem Acetylen ernstlich in Wettbewerb treten kann;
3. keine andere Gasart im Gebrauch in hygienischer (Vergiftung) und sicherheitstechnischer Hinsicht (Explosibilität) so günstig dasteht wie das Acetylen [1]).

Zur näheren Begründung dieser Vorzüge sei folgendes bemerkt:

Anlagekosten. Infolge des Umstandes, dafs der Betrieb in der Acetylengasanstalt ein durchaus kalter ist, und dafs keine komplizierten Maschinen gebraucht werden, sind die Herstellungskosten der Fabrikanlage sehr geringe. Auch der Umstand, dafs ein nur verhältnismäfsig kleiner Gasbehälter erforderlich ist, wie er für Steinkohlengas nicht annähernd genügen würde, spricht sehr mit zu Gunsten des Acetylens. Auch das Rohrnetz stellt sich billiger als beim Steinkohlengas, da die Weite der Röhren wesentlich kleiner sein kann.

Die Anlagekosten für die zuerst erbauten Acetylenzentralen sind für heutige Verhältnisse nicht mehr mafsgebend. Die inzwischen gesammelten Erfahrungen gestatten heute einen wesentlich billigeren Bau als zu der Zeit, wo die Acetylenindustrie in Bezug auf die an gröfsere Zentralanlagen zu stellenden Anforderungen noch im Dunkeln tappte. Schon durch richtigere Dimensionierung sind nicht unwesentliche Ersparnisse zu machen. Natürlich sind die Anlagekosten je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden. Den Ausschlag giebt — abgesehen von den Grunderwerbskosten für die Fabrik — stets das Rohrnetz. Für eine Stadt mit 4000 bis 5000 Einwohnern mit einem Rohrnetz von etwa 8 km Länge, mit 80 bis 100 Strafsenlaternen und insgesamt 1500 angeschlossenen Flammen, sowie einem Gasbehälter von 100 cbm nutzbarem Fassungsraum läfst sich heute eine Acetylenzentrale in solider Ausführung zum Preise von 70000 Mk., bei besonders günstigen Terrainverhältnissen und enger Bauart auch noch erheblich billiger herstellen. Hierin sind eingeschlossen neben den Gebäuden die gesamten Apparate mit Heiz- und Wasseranlage, das Strafsenrohrnetz, die Strafsenlaternen, etwa 150 Gasuhren und die öffentlichen Beleuchtungskörper.

---

[1]) Näheres hierüber vergl. S. 198, sowie weiter unten in dem Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen“.

Demgegenüber hat man zu rechnen:

für eine Steinkohlengasanstalt von gleichem Umfange mindestens . . . . 160 000 Mk.[1])

für ein Elektrizitätswerk von gleichem Umfange mindestens . . . . 200 000 „

Einfachheit des Betriebes. Die bis jetzt betriebenen Acetylenzentralen werden ausnahmslos von einer einzigen Persönlichkeit (Gasmeister) bedient, die weder Hochschulbildung zu besitzen braucht, noch besondere Fachkenntnisse aufzuweisen hat. Im Sommer hat der Gasmeister zumeist täglich nur etwa eine Stunde Arbeit, im Winter ist er auch nicht voll beschäftigt[2]).

Hygienische und sicherheitstechnische Vorzüge. Unter Hinweis auf die an anderer Stelle dieses Buches über die Giftigkeit und Explosibilität des Acetylens gemachten ausführlichen Angaben[3]) sei hier nur nochmals hervorgehoben, dafs Vergiftungen und Explosionen durch versehentlich offen gelassene Gashähne — im Gegensatz zum Steinkohlengas — ausgeschlossen und infolge von Rohrbrüchen u. s. w. wegen des durchdringenden Acetylengeruches wenig wahrscheinlich erscheinen und jedenfalls bislang in der Praxis nicht beobachtet wurden.

Das Ausschlaggebende bei der Wahl einer Lichtart für zentrale Beleuchtung wird allerdings neben den Anlagekosten stets der Preis sein, zu welchem dem Publikum die Licht-, Heiz- oder Kraftquelle angeboten werden kann. Hier stellen sich nicht immer die Verhältnisse für das Acetylen günstiger als für die anderen in Betracht kommenden Lichtarten, insbesondere, wenn man deren Verwendung für Koch-, Heiz- und Kraftzwecke mit ins Auge fafst. Allerdings ist das Acetylen dem elektrischen Glühlicht bezw. der elektrischen Kraft stets in Bezug auf die Kosten überlegen, nicht aber für alle Zwecke dem Steinkohlengase. Man kann ohne weiteres annehmen, dafs über eine gewisse Gröfse hinaus das Acetylengas mit letzterem überhaupt nicht mehr in Wettbewerb treten kann. Diese an sich unzweifelhaft richtige Behauptung wird auch wohl von niemandem irgendwie ernstlich in Zweifel gezogen. Meinungsverschiedenheiten bestehen nur darüber, wo diese Gröfse anfängt. Während die Vertreter der Acetylenindustrie in der Regel erklären, dafs alle Städte mit weniger als 8000 bis 10000 Einwohnern überall da beim Acetylen sich weit besser ständen als beim Steinkohlengas, wo nicht ein besonders hoher Bedarf an Kraft- und Kochgas vor-

[1]) Schäfer giebt zum Beweise dafür, dafs für eine solche Steinkohlengasanstalt ein Preis von 180 000 Mk. und für ein entsprechend grofses Elektrizitätswerk ein Preis von 220 000 Mk. zu hoch gerechnet sei, an, dafs das städtische Steinkohlengaswerk in Osterburg, das ungefähr dieser Gröfse entspricht und 1897 erbaut wurde, nur 166 000 Mk. und das städtische Elektrizitätswerk in Neuhaldensleben, das seiner Gröfse nach ebenfalls zum Vergleich herangezogen werden kann, nur 206 500 Mk. gekostet habe. (Techn. Gemeindebl. 4, 182.) — [2]) Näheres hierüber vergl. unter „Betriebskosten". — [3]) Vergl. Fufsnote 1, S. 461.

liegt, wird seitens der Verteidiger der letzteren Gasart auf die zahlreichen in kleineren Städten und Ortschaften bereits vorhandenen Steinkohlengaswerke hingewiesen und schon daraus deren Existenzberechtigung abgeleitet. Die gleiche Beweisführung wird auch hinsichtlich der Elektrizitätswerke eingeschlagen. Nach Schäfer gab es im September 1901 in Deutschland 247 Steinkohlengaswerke in kleinen Ortschaften und Städten unter 5000 Einwohnern. Unter den in den Jahren 1899 bis 1901 erbauten Steinkohlengaswerken befanden sich 36 in Gemeinden mit weniger als 4000 Einwohnern. Weiter teilt Schäfer mit, dafs es am 1. April 1901 in Deutschland 768 elektrische Zentralen gab, davon 125 in Gemeinden mit weniger als 2000, 111 in solchen mit 2000 bis 3000 Einwohnern und 110 in solchen mit 3000 bis 4000 Einwohnern.

Aus dieser Thatsache, sowie ferner aus dem Umstande, dafs zur Zeit noch weitere Steinkohlengasanstalten oder elektrische Zentralen in kleinen Ortschaften gebaut werden, ist jedoch durchaus nicht zu folgern, dafs dies wirtschaftlich richtig und dafs insbesondere diese Lichtarten in solchen Ortschaften dem Acetylenlicht vorzuziehen seien. Was die schon bestehenden Anstalten dieser Art anbelangt, so ist zu berücksichtigen, dafs bis vor wenigen Jahren überhaupt nur Steinkohlengas oder elektrisches Licht für zentrale Beleuchtung in Frage kamen. Wollte also eine Gemeinde die Vorteile einer solchen geniefsen, so mufste sie sich für eine dieser beiden Lichtarten entscheiden. Weiter ist aber zu beachten, dafs äufsere Umstände in hohem Grade die Einführung solcher Anlagen förderten, indem mit grofsen Mitteln arbeitende Elektrizitätsfirmen einerseits, vermögende Unternehmer für Steinkohlengas andererseits den Bau derselben in sehr grofser Zahl auf eigene Rechnung durchführten, so dafs den Gemeinden daraus ein finanzielles Risiko nicht entstand. Auch der Umstand, dafs noch heute Steinkohlengasanstalten oder Elektrizitätswerke in kleineren Gemeinden gebaut werden, ist durchaus kein Beweis dafür, dafs sie dort auf eine ebenso grofse oder gar gröfsere wirtschaftliche Berechtigung Anspruch erheben können als Acetylenzentralen. Einerseits stellen sich, wie weiter unten ausführlich dargelegt werden wird, der Einführung der letzteren noch erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, die in der Hauptsache mit der Frage der Wirtschaftlichkeit nichts zu thun haben, andererseits hängt der Entscheid, für welche Lichtart eine Gemeinde sich entscheidet, vielfach von rein äufserlichen Umständen, wie Geschäftsgewandtheit des Verkäufers, persönlichen Verhältnissen, Parteiinteressen u. a. m. ab.

Wenn man ganz allgemein für alle Ortschaften und Städte behaupten kann, dafs ein Elektrizitätswerk in wirtschaftlicher Hinsicht den Wettbewerb weder mit dem Acetylen noch mit dem Steinkohlengas aufnehmen kann, so liegen doch die Verhältnisse zwischen den beiden Gasarten derartig, dafs man nicht ohne weiteres der einen vor der anderen den Vorzug geben kann.

Das Acetylen hat an sich zwar eine etwa 15 mal höhere Leuchtkraft, jedoch nur einen etwa $2^2/_8$ mal so hohen Heizwert als eine gleiche Menge Steinkohlengas. Bei Verwendung von Glühstrümpfen erzielt man mit dem Acetylengase eine siebenmal so grofse Helligkeit wie mit dem Steinkohlengas. Diese Werte geben zusammen mit den Preisen für die beiden Gasarten die Grundlage der Berechnung für die gröfsere Wirtschaftlichkeit des einen oder des anderen Gases [1]).

Eine Durchführung dieser Berechnung zeigt, dafs in solchen Städten, von etwa 4000 Einwohnern an, dem Steinkohlengas überall da der Vorzug zu geben sein wird, wo das Bestreben nach einer Zentrale vorwiegend nicht dem Lichtbedarf, sondern dem Bedarf an Kraftgas entspricht. Diese unter den heutigen Verhältnissen an sich unzweifelhaft richtige Thatsache gilt aber nur so lange, bis nicht die bislang nur im Laboratorium festgestellten Vorzüge des carburierten Acetylens, wie es jetzt unter der Bezeichnung „Heilgas" eingeführt werden soll, ihre Bestätigung im praktischen Betriebe gefunden haben. Allerdings wird sich auch das carburierte Acetylen als Kraftgas immer noch teurer stellen als Steinkohlengas [2]). Der Unterschied ist dann aber ein so geringer, dafs deshalb die Aufgabe der gröfseren Vorteile des Acetylens, insbesondere das verhältnismäfsig geringe Anlagekapital, immer derart überwiegend sein würden, dafs die Errichtung einer Steinkohlengasanstalt wohl in keinem Falle mehr zu rechtfertigen wäre bis zu jener Gröfse der Städte hinauf, in denen das Steinkohlengas zu einem erheblich billigeren Preise als 20 Pfg. für den Kubikmeter geliefert werden kann. Diese Grenze trifft bei durchschnittlich 8000 bis 10 000 Einwohnern mit derjenigen zusammen, bei welcher in den Hauptkulturstaaten dem Acetylen schon aus dem rein äufserlichen Umstande vorläufig ein Ziel gesetzt ist, weil wohl fast alle Städte mit mehr Einwohnern schon mit einer zentralen Beleuchtungsanlage versehen sein dürften.

Danach bleiben allein in Deutschland Hunderte von Städten und Ortschaften, die, wenn sie überhaupt zur Einführung einer zentralen Beleuchtungsanlage, welche ihnen in engen Grenzen auch eine Benutzung für Koch-, Heiz- und Kraftzwecke gewähren soll, übergehen wollen, in erster Linie auf das Acetylen, als das für sie vom wirtschaftlichen und praktischen Standpunkte beste angewiesen sind. Dieser Thatsache entspricht nun aber durchaus nicht die Zunahme der Acetylenzentralen. Ihre Zahl in Deutschland betrug, nachdem im November 1898 die erste deutsche Acetylenzentrale dem Betriebe übergeben war, Anfang 1900 bereits 25, Anfang 1901 dagegen erst 29. Bis zum Beginn des Jahres 1902 wuchs ihre Zahl auf 33, bis zum Juni 1903 waren unter Berücksichtigung der damals im

---

[1]) Vergl. hierüber weiter unten den Abschnitt „Kosten der Acetylenbeleuchtung u. s. w.". — [2]) Vergl. weiter unten.

Bau begriffenen insgesamt 52 deutsche Städte und Ortschaften mit einer vollen Acetylenzentrale versehen [1]).

Die Ursachen der langsamen Zunahme sind mannigfacher Art.

In erster Linie ist folgender Umstand hierfür mafsgebend gewesen. Die deutsche Acetylenindustrie hat in den Jahren 1898 bis 1900 nicht weniger als 18 solcher Zentralen in deutschen Gemeinden auf eigene Rechnung erbaut und betrieben, um den Beweis für die technische Durchführbarkeit der zentralen Acetylenbeleuchtung zu erbringen. Wenngleich nun die Erfahrung gelehrt hat, dafs von Anfang an diese Zentralen im Prinzip richtig angelegt waren, so ergab sich doch in technischer Hinsicht beim Betriebe, dafs Abänderungen und Ausbesserungen, insbesondere am Rohrnetz, vielfach erforderlich waren, die natürlich die Festlegung eines wesentlich höheren Kapitals bedingten, als bei den heutigen Erfahrungen notwendig gewesen wäre. Dazu kam der Umstand, dafs wohl die meisten dieser Zentralen, einerseits, weil es an Erfahrung mangelte, andererseits, weil sie als Musteranlagen dienen sollten, viel zu teuer erbaut waren. Namentlich sind sie meist zu grofs dimensioniert. Das dadurch bedingte hohe Anlagekapital hatte zur Folge, dafs an sich schon eine Rentabilität dieser Anlagen in Frage stand. Dazu kam aber noch der weitere Umstand, dafs der Sitz der Verwaltung in keinem Falle im Orte selbst war, vielmehr meist in Berlin oder in irgend einer anderen gröfseren Stadt. Betrieb und Aufsicht mufsten deshalb dem Gasmeister überlassen werden, einer an sich untergeordneten Persönlichkeit, von dessen gutem Willen das Gedeihen der Zentrale namentlich auch in Bezug auf die Vermehrung der Anschlüsse abhängig ist. Bei der Schwierigkeit einer ständigen Überwachung desselben können Unregelmäfsigkeiten, wie z. B. Nachlässigkeit in der Ausführung kleinerer Ausbesserungen bei den Privatanschlüssen, verspätete Vornahme neuer Anschlüsse, oft recht empfindliche Nachteile für die Rentabilität der Anlage zur Folge haben. Dazu kommt weiter der Umstand, dafs bis jetzt in keiner Zentrale ein Wassermesser aufgestellt ist, um den Wasserverbrauch für die Entwickler zu kontrollieren. Der Gasmeister hat es aber um so bequemer, je häufiger er das Entwicklerwasser erneuert, da er dann um so mehr Schlamm mit fortspülen und dadurch die Zahl der gründlichen mechanischen Reinigungen der Entwickler — eine für ihn naturgemäfs lästige Arbeit — vermindern kann. Eine zu häufige Erneuerung des Entwicklerwassers drückt aber die Gasausbeute und damit ebenfalls die Rentabilität wesentlich herunter. Nach dem ganzen Bildungsgrade der Gasmeister ist es nur zu erklärlich, dafs mangels jeglicher Überwachung auch ernstere Unregelmäfsigkeiten vorkommen können, welche die Entsendung eines Ingenieurs zur Folge haben, wodurch Kosten entstehen, ganz abgesehen von den unvermeidlichen regelmäfsigen Revisionen.

[1]) Weiteres hierüber vergl. weiter unten.

Alle diese mit Geldausgaben verknüpften Übelstände fallen fort oder treten doch wesentlich zurück, wenn der Besitzer der Zentrale — sei es nun der Magistrat oder eine eigene private Betriebsgesellschaft (Genossenschaft) — stets an Ort und Stelle ist. Weiter ist zu beachten, dafs die Einwohner immer mit Mifstrauen erfüllt sein werden gegen den ihnen persönlich unbekannten Besitzer einer solchen Zentrale und stets meinen, übervorteilt zu werden, zumal, wenn sie hören, dafs der Gaspreis an anderen Orten ein niedrigerer ist.

Diese Umstände haben es bedingt, dafs bei allen diesen Zentralen von einer befriedigenden Rentabilität nirgend die Rede ist und dafs deshalb, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, Acetylenzentralen auf Rechnung der erbauenden Firma heute in der Regel nicht mehr ausgeführt werden, dafs dies vielmehr auf Rechnung des Magistrats oder einer aus ortsansässigen Bürgern bestehenden Genossenschaft zu geschehen pflegt. Unterstützt wurde diese Entwickelung noch durch die ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse des Jahres 1901, welche angesichts der grofsen Opfer, die sich die Acetylenindustrie in den voraufgegangenen Jahren durch teure Experimente, zahlreiche Fehlgriffe, vielfach zu hohe Bewertung mehr oder weniger wertloser Patente, auferlegt hatte, zu einer derartigen Schwächung der in dieser Industrie thätigen Erwerbsgesellschaften führte, dafs ein Teil derselben den Betrieb überhaupt aufgeben mufste, ein anderer dagegen seine Ausgaben auf das geringste Mafs einschränken und jedenfalls nicht an die Festlegung weiterer Kapitalien in Acetylenzentralen denken konnte. Wer aber die Schwierigkeiten kennt, welche schon unter normalen Verhältnissen der Einführung von Neuanlagen in kleinen Städten und Gemeinden auf deren Kosten im Wege stehen, wird verstehen, dafs der Bau von Acetylenzentralen dort auf die gröfsten Schwierigkeiten stöfst, da dabei von normalen Verhältnissen, wie sie etwa beim Bau von Wasserleitung und Kanalisation in Frage kommen, durchweg nicht die Rede sein kann.

In erster Linie ist in dieser Hinsicht das weitgehende Mifstrauen des Publikums gegen das Acetylen als Explosionsquelle zu nennen. Es wird nicht beachtet, dafs die Acetylenexplosionen durchweg nur an kleineren Acetylenapparaten vorgekommen und hier auf Leichtsinn bei der Bedienung an sich oft schlecht gebauter Apparate zurückzuführen sind, dafs aber das Acetylenlicht oder das Acetylengas, wie es von einer Zentrale aus den Einwohnern ins Haus geleitet wird, weniger Gefahren [1]) in sich birgt, als z. B. das Steinkohlengas oder das Petroleum. Da dieses Mifstrauen des Publikums nicht nur in einem Teile der Tagespresse fortgesetzt Nahrung findet, sondern auch noch vielfach von Behörden geteilt wird, so ist es erklärlich, dafs schon daran

[1]) Vergl. S. 198, sowie weiter unten den Abschnitt „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen“.

in vielen Fällen die Unterhandlungen scheitern. Hier wird zwar fortgesetzte Aufklärung eine gewisse Besserung bewirken können, eine wirkliche Beseitigung dieses noch dazu vielfach von Mifsgunst und Konkurrenzneid geschürten Vorurteils ist nur mit der Zeit zu erwarten [1]).

Weiter ist in Betracht zu ziehen, dafs das Bedürfnis nach einer guten Zentralbeleuchtung vielfach in manchen kleineren Orten ein recht geringes ist. Die Zahl derjenigen Gemeinden, welche heute noch jeglicher Strafsenbeleuchtung entbehren, in denen selbst an den dunkelsten Winterabenden auch nicht eine Petroleumlaterne in den Strafsen brennt, ist noch eine sehr grofse, weit gröfser, als in der Regel angenommen zu werden pflegt. Der erste Schritt zur Besserung der Verhältnisse in diesen Ortschaften besteht in der mit ganz geringem Anlagekapital durchgeführten Aufstellung von Petroleumlaternen. Derartige Ortschaften, in denen oft jedes Verständnis für die Vorzüge einer Strafsenbeleuchtung zu fehlen pflegt, dürften in der Regel kaum sofort für Einführung einer zentralen Gasbeleuchtung zu gewinnen sein. Immerhin steht fest, dafs vielfach ein Bedürfnis für Einführung einer modernen Beleuchtung vorliegt und dafs es dort, wo es noch nicht empfunden wird, geweckt werden kann. Es ist hierin mit der Zeit eine Besserung zu erwarten, die sicherlich ein wesentlicher Faktor in der Vermehrung der Acetylenzentralen sein wird.

Nicht zu verkennen ist auch der in gewisser Hinsicht ungünstige Einflufs der Berichte aus den bisher mit Acetylenzentralen versehenen Ortschaften. Diese Berichte sprechen sich zwar mit einer seltenen Übereinstimmung in technischer Hinsicht recht günstig über die mit dem Acetylenlicht gemachten Erfahrungen aus, sie heben aber auch fast ebenso übereinstimmend hervor, dafs seitens des Publikums vielfach über die hohen Preise der Acetylenbeleuchtung geklagt wird, ein Umstand, dem vom Standpunkte der Bürgerschaft eine gewisse Berechtigung in vielen Fällen nicht zu versagen ist. Es darf nicht vergessen werden, dafs, wie oben [2]) dargelegt wurde, nicht weniger als 18 Acetylenzentralen in den beiden ersten Jahren, in welchen solche überhaupt errichtet wurden, auf Rechnung von Acetylenfirmen erbaut wurden, die aus den angeführten Gründen nicht so billig wirtschaften können, wie dies in städtischen Zentralen neuester Bauart möglich ist und deshalb gezwungen sind, verhältnismäfsig hohe Gaspreise zu fordern. Dazu kommt, dafs die ungewohnte Art der monatlichen oder gar vierteljährlichen Zahlung vielfach den Eindruck erweckt, als ob die Ausgaben für Beleuchtung höher seien als bei den früher täglich oder doch in kurzen Zwischenräumen erfolgenden Einkäufen von Petro-

[1]) Erst in neuester Zeit nehmen die Tageszeitungen, wie ganz besonders auch die Behörden in dieser Hinsicht einen dem Acetylen günstigeren, seine Eigenarten durchaus anerkennenden Standpunkt ein. — [2]) S. 465.

leum. Dieser Eindruck ist oft den Thatsachen nicht entsprechend, in vielen Fällen aber auch zutreffend. Es ist bekannt, dafs das Lichtbedürfnis fortgesetzt wächst, sobald die Möglichkeit seiner Befriedigung vorliegt. Man gewöhnt sich sehr rasch an das helle Acetylenlicht und geht dann hier oder da zum Benutzen von Brennern mit gröfserem Konsum über, ganz ähnlich, wie man bei der Benutzung des elektrischen Glühlichtes beobachten kann, dafs die ursprünglich auf 16 Kerzenstärken eingerichteten und zunächst dem Lichtbedürfnis vollauf genügenden Beleuchtungskörper sehr bald mit 25 kerzigen Glühbirnen versehen zu werden pflegen. Wie man hier nach Verbrauch der 16 kerzigen Glühkörper solche von 25 Kerzenstärken aufschraubt, so benutzt man dort nach Verbrauch des ersten Brenners mit 15 Liter Stundenkonsum einen solchen von 20 oder 25 Liter. Dafs dadurch die Kosten höhere werden, ist selbstverständlich, nicht aber ist es selbstverständlich, dafs das Publikum allgemein die wahre Ursache der vermehrten Ausgabe für Beleuchtung anerkennt.

Schliefslich haben dem vermehrten Bau von Acetylenzentralen nicht zum mindesten die unsicheren Verhältnisse auf dem Carbidmarkte im Wege gestanden. Über die aufserordentlichen Schwankungen der Carbidpreise und die Ursachen, welche dieselben bedingten, ist an anderer Stelle[1]) ausführlich berichtet worden. Die Erhöhung der Carbidpreise im Spätherbst 1901, die bis zum April 1903 angehalten hat, bewirkte, dafs eine ganze Reihe von Gemeinden, mit denen bis dahin Verhandlungen auf Grund der bisherigen billigen Carbidpreise gepflogen wurden, den geplanten Bau einer Zentrale aufgaben, ohne dafs es gerade die Höhe der Preise gewesen wäre, die hierzu Veranlassung gegeben hätte. Das Gefühl der Unsicherheit mag vielmehr in erster Linie hierbei den Ausschlag gegeben haben. Dazu kommt neuerdings noch die Möglichkeit der Verteuerung des Carbides durch Einführung eines Carbidzolles, nachdem der Reichstag im Dezember 1902 den Zolltarif mit dem von der Regierung vorgeschlagenen Satz von 40 M. für die Tonne Carbid angenommen hat, ein Umstand, der allerdings infolge der im April 1903 stattgehabten Herabsetzung des Carbidpreises um den gleichen Betrag nicht mehr allzu sehr ins Gewicht fallen kann.

Alle diese Gründe, von denen namentlich die besonders schwerwiegende Explosionsfurcht und die ungünstigen Verhältnisse auf dem Carbidmarkte als durchaus anormale zu bezeichnen sind, haben bewirkt, dafs die Ausdehnung der Acetylenzentralen weit langsamer erfolgt, als der grofsen Zahl derjenigen Ortschaften entspricht, für die das Acetylenlicht zur zentralen Beleuchtung in erster Linie in Frage kommt. Diese langsame Entwickelung dürfte noch einige Jahre anhalten, bis die vorerwähnten Hindernisse entweder ganz verschwunden oder doch mehr in den Hintergrund getreten sein werden.

---

1) S. 122 u. f.

Technische Ausführung von Zentralanlagen.

Sicherheit und Stetigkeit des Betriebes einer Acetylenzentrale sin in nicht geringem Maſse davon abhängig, welche Sorgfalt auf die v ihrer Errichtung erforderlichen Vorarbeiten aufgewendet wurde. D Mehrzahl der bei vielen der bestehenden Zentralen vorhandenen Fehl und Übelstände ist darauf zurückzuführen, daſs man den Vorarbeit nicht die genügende Sorgsamkeit gewidmet hat. Die Vorarbeiten hab sich zu erstrecken einerseits auf Ermittelungen wirtschaftlicher A andererseits auf Studien und Untersuchungen technischer Art.

Wirtschaftliche Vorarbeiten.

Die Vorarbeiten wirtschaftlicher Art sollen vornehmlich die Bea wortung folgender Fragen ermöglichen:

1. Welcher Gasverbrauch ist für die ersten Jahre nach Eröffnu der Gasanstalt zu erwarten und zwar:
   a) seitens der Gemeinde?
   b) seitens der Privatkonsumenten?
2. Sind geeignete Grundstücke in der Ortschaft selbst oder u mittelbar an der Peripherie für Errichtung der Gasanstalt v handen?
3. Wie sind die Handwerker- und Arbeiterverhältnisse?

Weitaus am wichtigsten ist die Ermittelung des voraussichtlich Gaskonsums, die sich einerseits zu erstrecken hat auf die Gesamtmen andererseits auf die auf je 1 km Rohrnetz entfallende Menge. Ma gebend in dieser Hinsicht sind die Zahl und wirtschaftlichen Verhä nisse der Einwohner, die Zahl der ortsanwesenden Behörden, sowie d Fabriken, Hotels und Wirtschaften. Ferner sind zu berücksichtig die Zahl der Häuser und die Zahl der Familien, welche im Durchschni auf je ein Haus entfallen. Schlieſslich ist die Gesamtlänge der Straſs und die Zahl der Straſsenlaternen festzustellen.

Die Ermittelung der wirtschaftlichen Lage der Einwohner und d Stellungnahme der maſsgebenden Personen ist von weittragender B deutung für die zu erwartende Rentabilität der Anlage. In diese Hinsicht genügt es durchaus nicht, durch eine einfache Rundfrage z ermitteln, wieviel Privatgebäude zum Anschluſs an das Rohrnetz a gemeldet werden. Es kann vorkommen, daſs bei einer verhältnismäſsi hohen Beteiligungsziffer später ein ganz geringer Gasverbrauch stat findet und umgekehrt. So z. B. sind in einer Bergarbeiterstadt d Rheinprovinz mit zusammen 270 Häusern und 1900 Einwohnern vo Anfang an 118 Häuser an das Rohrnetz angeschlossen worden, an sic eine auſserordentlich hohe Beteiligung. Trotzdem ist der Privatkonsu ein geringer, weil fast alle besser situierten Bergarbeiter Anschluſs g nommen hatten, sich aber lediglich bei besonderen Gelegenheiten de

Acetylenlichtes bedienen, während sie für gewöhnlich das Petroleumlicht beibehalten haben, vermutlich weil der literweise Einkauf des Petroleums für sie weniger fühlbar ist, als die monatliche Bezahlung der Gasrechnung. Der Gasverbrauch im November ist im Durchschnitt der drei Jahre seit Bestehen dieser Zentrale nicht über 340 cbm gestiegen. In einem oldenburgischen Orte dagegen (Luftkurort, viel Industrie) mit nicht ganz der halben Einwohnerzahl (931) sind nur 44 Gebäude an das Rohrnetz angeschlossen und trotzdem betrug der Gasverbrauch im November im Durchschnitt der drei Jahre seit Bestehen dieser Zentrale 550 cbm. Bemerkt sei noch, dafs die Zahl der Strafsenlaternen in beiden Orten annähernd gleich ist, nämlich 29 bezw. 34. In beiden Orten ist der Bahnhof nicht angeschlossen, so dafs die grofse Differenz im Gesamtverbrauch vornehmlich auf den Privatkonsum zurückzuführen ist.

Wenn in einem Orte die Spitzen der Behörden, die Ärzte und der Apotheker ein lebhaftes Interesse für die Einführung des Acetylens bekunden, wenn ferner zahlreiche Hotels und Gastwirtschaften und etwas Industrie vorhanden sind, so kann mit der Zeit auf einen guten Konsum gerechnet werden, auch dann, wenn sich die letzteren zunächst nicht wesentlich für die Einführung des Lichtes interessieren. Von besonderem Einflufs ist es, ob Aussicht besteht, dafs ein etwa vorhandener Bahnhof sich mit der Zeit an das Rohrnetz anschliefsen wird, da dadurch eine ganz wesentliche Hebung des Konsums gesichert ist [1]. Wichtig ist es noch, die Entwickelung der Ortschaft in den letzten Jahren festzustellen und die Frage zu prüfen, ob in dieser Hinsicht für spätere Zeiten Änderungen zu erwarten sind oder ob etwa aufsergewöhnliche Umstände eine besonders schnelle Entwickelung des Ortes erwarten lassen.

Es genügt jedoch nicht, den voraussichtlichen Gesamtkonsum allein zu ermitteln. Man mufs vielmehr festzustellen suchen, wie grofs derselbe sich im Durchschnitt auf je 1 km Rohrnetz stellen wird. Je kleiner das Rohrnetz bei voraussichtlich gleichem Konsum ist, um so günstiger stellen sich in dieser Hinsicht die Verhältnisse, da es, wie weiter unten [2]) noch ausführlich dargelegt werden wird, technisch nicht möglich ist, gewisse Gasverluste durch das Rohrnetz zu vermeiden. Je gröfser also die Zahl der Häuser auf die Gesamtlänge der Strafsen ist, je mehr Familien in einem Hause wohnen, um so günstiger stellen sich in dieser Hinsicht die Verhältnisse. An der Hand eines Situationsplanes und auf Grund genauer Informationen über die wirtschaftliche Lage der Bewohner der Nebenstrafsen wird man sorgsam zu ermitteln haben, wieweit es zweckmäfsig erscheint und technisch möglich ist, einen Teil der Nebenstrafsen soweit vom Anschlufs an das Rohrnetz

---

[1]) Näheres über den Verbrauch der Bahnhöfe vergl. S. 699. — [2]) Vergl. S. 633, 655, 687 u. 702.

auszuschliefsen, als nur an beiden Enden derselben je eine Strafsenlaterne vorgesehen wird, nötigenfalls, indem man vielleicht einige Meter weit von beiden Seiten mit dem Rohrnetz in die betreffende Strafse hineingeht. Man kann so nicht nur an den Kosten für das Rohrnetz sparen, sondern hat vor allen Dingen die Gewifsheit, dadurch die unvermeidlichen Gasverluste eingeschränkt zu haben. Hat man schliefslich die Gesamtlänge des Rohrnetzes festgestellt und ergiebt sich von vornherein nicht die Wahrscheinlichkeit, dafs der an anderer Stelle [1]) mitgeteilte Mindestkonsum zu erwarten steht, so ist es richtiger, den Bau einer Ortszentrale überhaupt zu unterlassen, und die Errichtung einer oder mehrerer Blockzentralen ins Auge zu fassen.

Die Auswahl des geeigneten Grundstückes für die Gasanstalt ist in mehrfacher Hinsicht von Wichtigkeit. Stehen verschiedene Grundstücke zur Verfügung, so wird man unter sonst gleichen Verhältnissen demjenigen den Vorzug geben, welches die gröfsten Ersparnisse am Rohrnetz ermöglicht. Keinenfalls ist es statthaft, wie dies z. B. in einer hannoverschen Gemeinde geschehen ist, die Gasanstalt soweit entfernt von dem Orte zu errichten, dafs man einen mehrere Kilometer langen Rohrstrang legen mufs, ehe man überhaupt einmal das erste Haus, welches zum Anschlufs bereit ist oder dazu geeignet erscheint, erreicht. Ganz abgesehen von den erheblichen Mehrkosten für diesen Rohrstrang kommt dabei in erster Linie die andauernde Erhöhung der Gasverluste in Frage. Man soll in dieser Hinsicht so wählerisch sein wie nur irgend möglich und keine Mühe scheuen, um bei sonst gleicher Leistung am Rohrnetz zu sparen, selbst wenn es sich nur um wenige Meter handelt. Dafs im übrigen derartige Ersparnisse nicht mit allzu grofsen Opfern aufgewogen werden dürfen, ist selbstverständlich. Man wird nicht, um 100 m Rohrnetz und einen täglichen Verlust von 40 bis 50 Liter Acetylen zu sparen, einen erheblichen Mehrbetrag für einen teureren Bauplatz ausgeben oder bei etwa vorhandener Ortswasserleitung einen solchen Bauplatz auswählen, der an das Wasserleitungsnetz nicht angeschlossen werden kann und deshalb die Anlegung eines besonderen Brunnens erforderlich macht. Über die in technischer Hinsicht an den Bauplatz zu stellenden Forderungen ist weiter unten [2]) berichtet.

Von nicht zu unterschätzender Bedeutung für Bau und Betrieb einer Zentrale sind die örtlichen Handwerkerverhältnisse. Einerseits kommen in dieser Hinsicht für den Bau der Gasanstalt die Maurer- und Zimmerleute in Betracht, andererseits für die Hausinstallation die Installateure bezw. solche Schlossermeister, die willig und geeignet sind, die Installation zu erlernen. Nach Inbetriebsetzung der Zentrale hängt für deren Rentabilität sehr viel davon ab, ob ein geschickter Installateur für die sich meldenden Neuanschlüsse zur Verfügung steht.

---

[1]) Vergl. S. 460, sowie ferner auch 473, 600 u. 602. — [2]) Vergl. S. 476 u. f.

Schliefslich sind auch die ortsüblichen Löhne und die Personalverhältnisse für die Besoldung des Gasmeisters nicht ohne Bedeutung. Eine Ersparnis von 600 bis 800 Mk. hierfür macht sich im Etat einer Acetylenzentrale schon sehr deutlich bemerkbar. Derartige Unterschiede bestehen aber thatsächlich bei annähernd gleich umfangreichen Zentralen. Ist man gezwungen, einen Gasmeister anzustellen, der zugleich die Bücher führt und dem die Oberaufsicht über die Zentrale anvertraut ist, so wird man in manchen Gegenden kaum mit einem Jahresgehalt unter 1200 Mk. nebst freier Wohnung bezw. entsprechender Entschädigung für letztere auskommen; vereinzelt werden sogar noch höhere Gehälter hierfür gezahlt. Findet sich aber eine Persönlichkeit, welche die Führung der Bücher und die Oberaufsicht für eine geringere Jahresentschädigung übernimmt und ist ein ortsansässiger, allgemein als zuverlässig bekannter, intelligenter Arbeiter oder kleiner Handwerker vorhanden, der den Dienst in der Gasanstalt und die damit verbundenen Arbeiten im Nebenamt übernimmt, so kann man mit wesentlich geringeren Ausgaben rechnen.

Die Führung der Bücher und die Oberaufsicht wird in einigen Zentralen mittleren Umfanges mit 150 bis 200 Mk. jährlich bezahlt. Eine geeignete Persönlichkeit dürfte sich in den meisten Fällen unschwer finden lassen. Ein ortsansässiger Schlossermeister, der seinen Hauptvorteil in der Ausführung der Hausinstallationen findet, der Rechnungsführer einer Sparkasse, dessen Hauptbeschäftigung doch in der Führung von Büchern besteht, ein Volksschullehrer, der sich freut, sein Jahreseinkommen, wenn auch nur um ein geringes, erhöhen zu können, oder ein Rentier, der gern ein Amt übernimmt, das ihn zu einer regelmäfsigen, an sich fast mühelosen Beschäftigung anhält, sind geeignet zur Übernahme des hier in Frage stehenden Amtes und meist auch bereit, sich mit der erwähnten Entschädigung zu begnügen.

Auch für die Gasbereitung und die damit verknüpften Arbeiten wird sich vielfach eine Person finden, die den oben gestellten Bedingungen entspricht und für 360 bis 400 Mk. jährlich — solche Summen werden thatsächlich gezahlt — gern zur Übernahme der Arbeit bereit ist.

Der hier geschilderte Weg zur Verbilligung der Ausgaben für die Gasbereitung u. s. w. wird sich allerdings wohl nur an solchen Orten erzielen lassen, wo der Gasmeister nicht gezwungen ist, aus Mangel anderer geeigneter Persönlichkeiten auch die Hausinstallation mit zu übernehmen. Anderenfalls mufs als Gasmeister eine voll besoldete, mit Installationsarbeiten vollkommen vertraute Kraft angestellt werden, die sich allerdings in den ersten Jahren durch die Ausführung der Hausinstallationen wohl wieder bezahlt macht, auf die Dauer aber doch eine ungebührliche Belastung für die Zentrale bleibt.

Es ist deshalb eine der wichtigsten Aufgaben, sich schon vor Errichtung der Zentrale genau über die einschlägigen Verhältnisse zu orientieren, da sich unter in dieser Hinsicht günstigen Verhältnissen

wesentliche Ersparnisse sowohl für den Bau wie auch für den Betrieb der Zentrale erzielen lassen.

Technische Vorarbeiten.

Die technischen Vorarbeiten haben sich zu richten auf die Anlage der Gasanstalt selbst, auf das Rohrnetz und auf die Flammenverteilung.

Als erste und wichtigste Forderung ist die Feststellung des Konsums und dessen Verteilung hervorzuheben. Hierüber giebt die wirtschaftliche Orientierung, die der technischen voranzugehen hat, einigen Aufschlufs, im übrigen ist aber noch folgendes zu beachten: Die Gröfse der Zentrale wird so bemessen, dafs unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und socialen Lage der Einwohner und der Annahme einer gewissen Entwickelung der normale zur Zeit mögliche Konsum doppelt gerechnet wird. Es ist eine bestehende Thatsache, dafs der mögliche Konsum erst nach einer kürzeren oder längeren Zeit erreicht wird, so dafs bei angenommenem doppeltem möglichen Konsum für die Entwickelung der Stadt ein breiter Spielraum gelassen wird. Für kleinere Orte, die hier ja ausschliefslich in Betracht kommen, kann je nach den örtlichen Verhältnissen pro Kopf und Jahr ein Konsum bis zu 10 cbm angenommen werden, meist ist er bedeutend geringer[1]). Ist die Bevölkerungszunahme pro Jahr p Proz., und will man auf x Jahre hinaus die Vergröfserung berücksichtigen, so ist die Einwohnerzahl mit $\frac{(100 + p)^x}{100}$ multipliziert zu Grunde zu legen.

Die Abmessungen der Gasanstalt im Hinblick auf diese so gewonnene Ziffer richten sich nach dem angewendeten System. Bei Handapparaten, welche in Deutschland bislang, von einer Ausnahme abgesehen[2]), üblich und auch in erster Linie empfehlenswert sind, werden Gröfse der Entwickelungsapparate und des Gasbehälters so bemessen, dafs die ganze während einer Beleuchtungsperiode gebräuchliche Gasmenge am Tage hergestellt und aufgespeichert werden kann, so dafs die Nachtarbeit fortfällt. Bei Anwendung von Automaten, die namentlich in Frankreich viel im Gebrauche sind, wird die Abmessung der Gasbehälterglocke etwas geringer genommen, doch stets so, dafs ein bestimmter Vorrat an Gas, auch bei ständiger Bethätigung des Entwicklers, jederzeit vorhanden ist. Nach der Gröfse der Gasbereitungsapparate richten sich natürlich auch diejenigen für Reinigung, Trocknung, Messung u. s. w. des Gases, demnach auch die Gröfse der Gasanstalt, der Zubehörräume für Heizung, Carbidlagerung u. s. w. Die Gröfse des Rohrnetzes ist abhängig von der Berechnung des allgemeinen und des speziellen Konsums, für welchen die betreffende Leitung bestimmt ist.

---

[1]) Vergl. S. 662, sowie S. 682 u. flgde. [2]) Vergl. S. 670.

Auf die hierfür erforderlichen Berechnungen wird noch weiter unten näher eingegangen werden, sie sind hier nur deshalb erwähnt, um darauf hinzuweisen, dafs der genaue Verteilungsplan für öffentliche und private Beleuchtung schon vor Beginn der Installation aufgestellt und bei Errichtung der Anlage berücksichtigt werden mufs. Für die Verteilung der Flammen und damit zusammenhängend für die Berechnung der Gröfse der Gasanstalt und der einzelnen und gesamten Rohrstränge ist folgendes zu bemerken:

Es mufs angenommen werden, dafs jedes bewohnte oder zum dauernden Aufenthalt für Menschen bestimmte Gebäude auch thatsächlich Anschlufs erhält, auch wenn ein solcher einstweilen nicht in der Absicht des Besitzers liegt. Ferner mufs darauf Rücksicht genommen werden, dafs einzelne Rohrstränge ausgeschaltet werden können, so dafs die übrig bleibenden Rohre nicht nur das Gas für die direkt angeschlossenen Flammen, sondern auch für solche Rohrabschnitte zu liefern haben, denen sonst auf anderem Wege das Gas zuströmt.

Wird unter Berücksichtigung dieser Umstände nach den weiter unten [1]) gegebenen Vorschriften das Rohrnetz ausgerechnet, so kann man mit der Ausführung des Verteilungsplanes beginnen, nachdem man sich über die Art und Weise der Verlegung orientiert hat.

Zu diesem Zwecke mufs vorher eine gründliche Bodenuntersuchung und Nivellierung des zu beleuchtenden Ortes stattfinden.

Durch die Bodenuntersuchung soll festgestellt werden einerseits, welcher Art die Sicherungen sein müssen, um dem Gasanstaltsgebäude und dem gesamten Rohrnetz eine möglichst feste, unverrückbare Unterlage zu verschaffen, andererseits, welchen chemischen Einflüssen das im Erdreich befindliche Rohrnetz unterworfen wird, um danach die Art des Schutzes und die Sicherung zu bestimmen.

Es ist durchaus nicht gleichgültig, ob ein sandiger, thoniger, oder ein humoser, mooriger Boden vorliegt. Im ersteren Falle kann unter Umständen schon in geringer Tiefe eine gesicherte Verlegung erfolgen, im zweiten mufs die Tiefe entsprechend gröfser gewählt und eine Sicherung der Unterlage vorgenommen werden. In nicht kanalisierten Orten ist der Boden gewöhnlich mit Ammoniak u. s. w. getränkt und müssen deshalb hier besondere Schutzmafsregeln vorgenommen werden, welche in Orten mit Kanalisationseinrichtungen nicht notwendig sind.

Die Untersuchung des Bodens mufs demgemäfs eine mechanische und eine chemische sein.

Erstere besteht im Aufgraben einzelner in Betracht kommender Strecken oder in Vornahme von Probebohrungen. Je nach den gefundenen Resultaten wird sodann die Tiefe des Grabens und eventuell das Ausfüll- und Stützungsmaterial bestimmt. Die chemische Untersuchung bezieht sich auf Bestimmung der Acidität (des Säuregrades) resp. der

---

[1]) Vergl. S. 606 u. f.

Alkalinität (des Laugengrades) der entnommenen Bodenproben, wobei im letzteren Falle auch der Gehalt an kohlensauren Alkalien resp. Erdalkalien Berücksichtigung finden mufs.

Die Nivellierung mufs sorgfältig vorgenommen werden. Sie hat den Zweck, diejenigen Stellen zu ermitteln, an denen Sammel- resp. Kondenstöpfe und Syphons Aufstellung finden. Bei der Auswahl dieser Stellen mufs auch Rücksicht genommen werden auf den Ausfall der Bodenuntersuchung und auf weitere, noch zu besprechende Umstände, welche für die Tiefe der Rohrverlegung mitbestimmend sind.

Nicht minder wichtig als die Ausführung dieser beiden Arbeiten ist vor Aufstellung eines definitiven Zentralenplanes die Untersuchung und Berücksichtigung der Bodenoberfläche.

Bei Errichtung des Rohrnetzes ist es wirtschaftlich richtig, die Rohre dort zu verlegen, wo die Herstellung des ursprünglichen Zustandes bezügl. Pflasterung u. s. w. am wenigstens Mühe macht und wo es möglich ist, unter thunlichster Vermeidung einer Störung des Strafsenbetriebes Reparaturen und Auswechselungen vorzunehmen. Es mufs ferner berücksichtigt werden, ob die Stellen, an denen die Rohre liegen, besonders vom Verkehr beansprucht werden, weil hierdurch ebenfalls die Tiefe des Rohrgrabens und zusammenhängend damit der Aufstellungsort der Wassertöpfe u. s. w. beeinflufst wird.

Aufstellung des Bau- und Ausführungsplanes.

Auf Grund der gewonnenen wirtschaftlichen und technischen Daten ist man nunmehr in der Lage, den endgiltigen Plan einer Zentralanlage festzustellen. Für die Errichtung einer rationell arbeitenden und wirtschaftlich gut gebauten Anlage ist es von Wichtigkeit, dafs vor Beginn des Baues sämtliche Pläne in möglichst detaillierter Ausführung hergestellt werden. Denn dadurch wird nicht nur die Möglichkeit gegeben, eine wirklich gut funktionierende Anlage zu liefern, sondern auch — was von besonderer Wichtigkeit ist — die Baumaterialien, nach Zahl und Art, vorher genau festzustellen und unter Umständen auch vorarbeiten zu können.

Die Errichtung von Acetylenzentralen erfolgt zumeist in kleinen Orten, wo sowohl an geschulten Kräften Mangel zu herrschen pflegt, als auch ein schneller Ersatz von Material oft auf Schwierigkeiten stöfst. Eine vorsichtige Bauleitung wird deshalb von vornherein dafür Sorge tragen, dafs das nötige Material in genügender Anzahl und Ausführung vorhanden ist, damit keinerlei Störungen im Bau eintreten. Unter Umständen ist es sogar nötig, nicht nur die für Ausführung des Baues erforderlichen Spezialteile, sondern auch allgemeines Baumaterial, wie Rohre u. dergl., in bestimmten, vorher festgestellten Längen und passende Façonstücke an Ort und Stelle zu schaffen. Die Festlegung eines genauen, alle Einzelheiten bis ins kleinste berücksichtigenden

Bau- und Ausführungsplanes im Voraus ist also stets ein unbedingtes Erfordernis für eine wirtschaftlich richtige Bauleitung, sei es, um die Bestellung der Materialien so auszuführen, dafs an Zurichtungsarbeit an Ort und Stelle möglichst gespart wird, sei es, um eine genaue Kontrolle derselben zu ermöglichen.

In Anbetracht dieses Umstandes geben die nachstehenden Kapitel hauptsächlich eine Anleitung dafür, wie ein genaues Projekt einer Acetylenzentrale aufgestellt werden soll, während die praktische Ausführung nur insoweit Berücksichtigung gefunden hat, als sich solche, entsprechend der Eigenart des Acetylens, von der üblichen Installations- und Bauthätigkeit bei zentralen Beleuchtungsanlagen unterscheidet.

Nachsuchung der Baukonzession.

Zu den technischen Vorarbeiten für Errichtung einer Zentrale gehört auch die Nachsuchung der behördlichen und berufsgenossenschaftlichen Konzession, die sich in Deutschland nach den weiter unten [1]) erwähnten Verordnungen regelt. Als Beispiel sei angeführt, dafs zur Erlangung einer solchen behördlichen Erlaubnis in Preufsen die Einreichung eines Gesuches an das zuständige Landratsamt (Bezirksamt u. s. w.) nötig ist. Hierbei sind beizufügen:

a) eine Beschreibung der Anlage (Gasanstalt).
b) Beschreibung des Betriebes.
c) Zeichnung der Gasanstalt.
d) Zeichnung der Apparate.
e) Genehmigung der betr. Gemeinde.

In welcher Weise die einzelnen Apparate und die Gesamtanlage ausgeführt werden müssen, um den behördlichen Ansprüchen zu genügen, wird bei den einzelnen diesbezüglichen Abschnitten angegeben werden.

Gasanstaltsgebäude.

Auswahl und Herrichtung des Bauplatzes.

Für die Auswahl des Bauplatzes des Gasanstaltsgebäudes sind, abgesehen von den wirtschaftlichen Momenten, namentlich dem Preise des Grundstücks, sowie den behördlichen Vorschriften u. s. w., noch einige wesentliche technische Gesichtspunkte mafsgebend.

Beim Bau von Steinkohlengasanlagen ist es üblich, die Gasanstalt möglichst an der tiefsten Stelle der Leitung zu errichten. Hierdurch wird erreicht, dafs der Auftrieb des Steinkohlengases, welches specifisch leichter ist als Luft, einen Teil des unvermeidlichen Druckverlustes ausgleicht, so dafs eine bessere Gasverteilung erzielt wird. Für Ace-

[1]) Vergl. die gesetzlichen u. s. w. Vorschriften (Abschnitt V).

tylenzentralen ist dieser Umstand nicht von Wichtigkeit, denn der Unterschied im specifischen Gewicht des Acetylens [1]) und der Luft ist so gering, dafs der durch Tieflegung des Gasanstaltsgebäudes erreichte Nutzen nur unbedeutend ist. Mehrere Umstände sprechen sogar dafür, das Gasanstaltsgebäude möglichst an einem hoch gelegenen Platze zu errichten. Zunächst kommt in Betracht, dafs man beim Bauen an tief gelegenen Stellen viel mehr vom Grundwasser zu leiden hat, als dies bei hohen trockenen Bauplätzen der Fall ist. Für Acetylengasanstalten ist es aber insbesondere mit Rücksicht auf die Lagerung des Carbides von Wichtigkeit, die Räume möglichst vor aufsteigender Nässe zu schützen und ist schon aus diesem Grunde ein hochgelegener Bauplatz vorzuziehen.

Dazu kommt noch, dafs es vorteilhaft ist, wenn das Gasaustrittsgelände einen natürlichen Fall besitzt, da hierdurch die Ableitung der Abwasser resp. Trocknung der Rückstände erleichtert wird.

Aus allen diesen Gründen wird auch ein durchlässiger Boden vorzuziehen sein, da ein solcher einerseits die Ansammlung von Feuchtigkeit unterhalb der Fundamente verhindert, andererseits aber auch ein schnelles Versickern des mit dem Kalkschlamme mitgeführten Wassers bewirkt.

Mafsgebend für die Auswahl des Bauplatzes ist ferner die Möglichkeit bequemer Wasserbeschaffung und Schlammentfernung.

Der Wasserbedarf einer Gasanstalt ist kein geringer; er beträgt allein für die Gasentwickelung im Durchschnitt 5 bis 10 Liter für jedes Kilo zu vergasenden Carbides. Die direkte Förderung so grofser Wassermengen ist deshalb ein wichtiges Erfordernis für die Gasanstalt.

Die Qualität des Wassers spielt bei der Gaserzeugung keine Rolle, immerhin ist aus Rücksicht auf die Verwertung des erhaltenen Kalkes [2]) die Benutzung stark salzhaltigen oder brackigen Wassers möglichst zu vermeiden. Bei Verwendung des Kalkes als Düngemittel ist salzhaltiges Wasser allerdings absolut unschädlich und mit Rücksicht auf die geringere Absorptionsfähigkeit [3]) solchen Wassers für Acetylengas kann dessen Verwendung unter Umständen sogar von nicht zu unterschätzendem Vorteil sein.

Von gröfster Wichtigkeit für den Betrieb einer Zentrale ist die Aufbewahrung und gesicherte Entfernung des Kalkschlammes. Weiter unten [4]) ist bei Besprechung der mit der mafsgebenden Kommune zu treffenden Vereinbarungen dieser Punkt aus rechtlichen Gründen besonders hervorgehoben, hier sei nur in technischer Hinsicht folgendes bemerkt [5]):

Die Menge des gebildeten Kalkschlammes ist für gewöhnlich fünf- bis zehnmal so grofs wie die Menge des verwendeten Carbides [6]). Derselbe pflegt zumeist in Kalkgruben angesammelt zu werden, vereinzelt

[1]) Vergl. S. 138. — [2]) Vergl. weiter unten. — [3]) Vergl. S. 152. — [4]) Vergl. S. 653. — [5]) Vergl. auch weiter unten das Kapitel „Carbidrückstände und ihre Verwertung". — [6]) Vergl. S. 267.

wird er durch direkte Ableitung in öffentliche Gewässer entfernt. In allen Fällen mufs bei Auswahl des Bauplatzes dafür gesorgt werden, dafs das aus den Kalkgruben ablaufende oder darin versickernde Wasser, unter Umständen auch der Schlamm selbst in entsprechende Wasserläufe oder über benachbarte Grundstücke (Wiesen, Felder) geleitet werden kann, ohne dafs ein Einspruch oder Entschädigungsanspruch der Anlieger befürchtet zu werden braucht.

Sonst ist bezüglich des Bauplatzes zu beachten, dafs derselbe eine etwa erforderliche Vergröfserung der Gasanstalt und ferner eine Isolierung des Gebäudes gegen Eintritt Unbefugter gestattet. Der Bauplatz ist deshalb in solider Weise zu umzäunen. Die Thore müssen grofs genug sein, um die Einfahrt der Carbidtransportwagen zu gestatten.

Es mufs ferner beachtet werden, dafs sich die Gasanstaltsgebäude, namentlich bezüglich Lage derjenigen Wände, welche nicht als Brandmauer aufgeführt werden können, d. h. Öffnungen besitzen müssen, in behördlich geforderter Entfernung von benachbarten Wohn- und sonstigen Gebäuden befinden; hinsichtlich dieser Anforderung sei auf die amtlichen u. s. w. Vorschriften [1]) verwiesen.

Die Herrichtung des ausgewählten Bauplatzes richtet sich, von der erwähnten Umzäunung abgesehen, nach den in Anbetracht des Baugrundes notwendigen Anforderungen der Bautechnik. Im speziellen mufs bei den Ausschachtungsarbeiten auf die Art und Weise der Beheizung und der Anlage des Gasbehälters Rücksicht genommen werden, nicht minder auf die Zufuhr von Wasser und die Beseitigung der Abwasser.

Lage der Gebäude und der Apparate.

Entsprechend der Aufgabe, welche die Gasanstalt zu erfüllen hat, und in Berücksichtigung der bestehenden behördlichen Anforderung kann die Lage der Gebäude und Apparate eine ungemein verschiedene sein. Im wesentlichen handelt es sich um folgende Abteilungen, welche den verschiedenen Betriebszwecken dienen:

1. Apparat- (Gaserzeugungs-) Raum.
2. Gasbehälterraum.
3. Carbidlager.
4. Heizraum.
5. Kalkgruben.

Der **Apparatraum** oder die verschiedenen Räume, welche zur Aufstellung der Gaserzeugungsapparate dienen, müssen stets in besonderen, nur den Betriebszwecken dienenden Gebäuden untergebracht sein. Nach den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke [2]), der in Deutschland die Acetylengaszentralen unterstehen, dürfen Wohnzwecken dienende Räume in diesen Gebäuden sich nicht befinden, dagegen bleibt es unbenommen, die

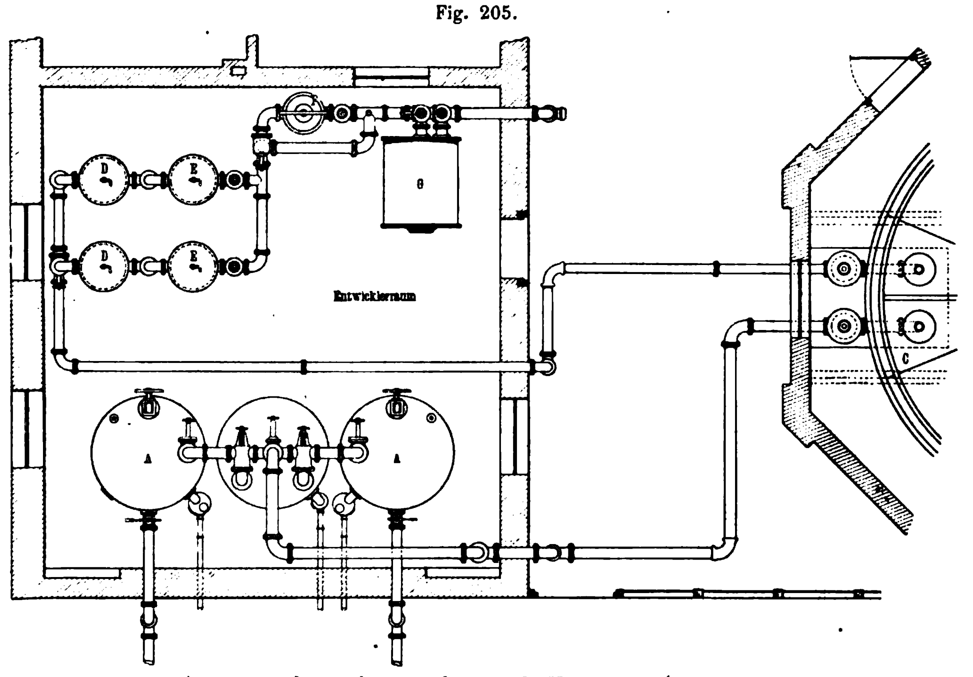
[1]) Vergl. weiter unten in Abschnitt V. — [2]) Ebenda.

etwaigen Comptoire, Musterlager, Werkstätten u. s. w. in denselben mit unterzubringen. In den behördlichen Vorschriften wird zumeist nur verlangt, dafs die Gaserzeugungsräume von Wohnräumen isoliert und nicht mit zur Lagerung feuergefährlicher Gegenstände verwendet werden, dagegen wird nicht verlangt, dafs sämtliche Räume des betreffenden Gebäudes ausschliefslich den Betriebszwecken dienen.

Das Verbot der unmittelbaren Verbindung mit Wohngebäuden erfordert, dafs die Zentralengebäude mindestens 10 m weit von solchen errichtet werden, falls nicht eine Trennung durch Brandmauer oder dergleichen stattfindet.

Die Apparaträume selbst unterliegen in ihrer Zahl und Anordnung durchaus keinen behördlichen Vorschriften, so dafs ihre Anlage lediglich dem speziellen Verwendungszweck angepafst werden kann. Je nach Bedarf, Form des Gebäudes u. s. w. werden entweder sämtliche Erzeugungs-, Reinigungs- und Mefsapparate in einem Raume untergebracht, wie dies z. B. der Fall ist bei den Zentralen in Helgoland

Fig. 205.

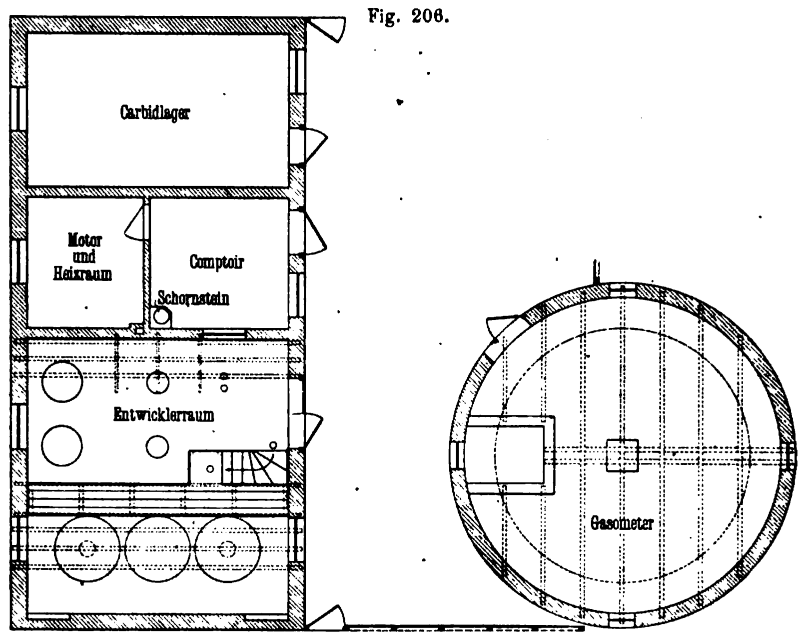


Apparatanordnung der Acetylenzentrale Helgoland. (Grundrifs.)

(Fig. 205 und 206), in Adlerkosteletz (Fig. 207 und 208) und in den Zentralen (Fig. 209 und 210) der „Hera-Prometheus“ Aktiengesellschaft, Berlin. Vielfach ist es aber auch üblich, die verschiedenen Apparate zu trennen, wie z. B. in den von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft, Berlin, erbauten Zentralen (Fig. 211), bei

denen der die Entwickler enthaltende Raum von demjenigen getrennt ist, in welchem Reiniger, Trockner und Meſsapparate aufgestellt sind.

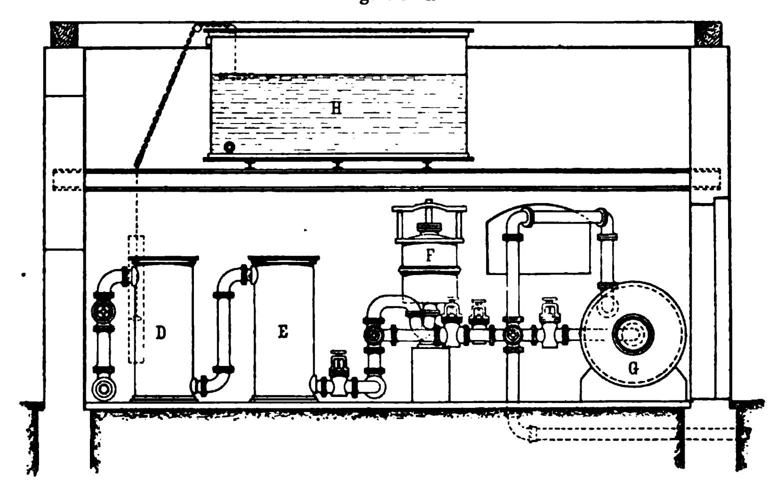
Fig. 206.



Gebäudelage der Acetylenzentrale Helgoland.

Ähnlich ist auch die Anordnung in der Zentrale Haſsfurt (Fig. 212 und 214), in welcher die Gaserzeugungsapparate in drei verschiedenen

Fig. 206 a.



Apparatanordnung der Acetylenzentrale Helgoland. (Schnitt.)

Räumen untergebracht sind. Eine besondere Anordnung zeigen auch andere Anlagen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft,

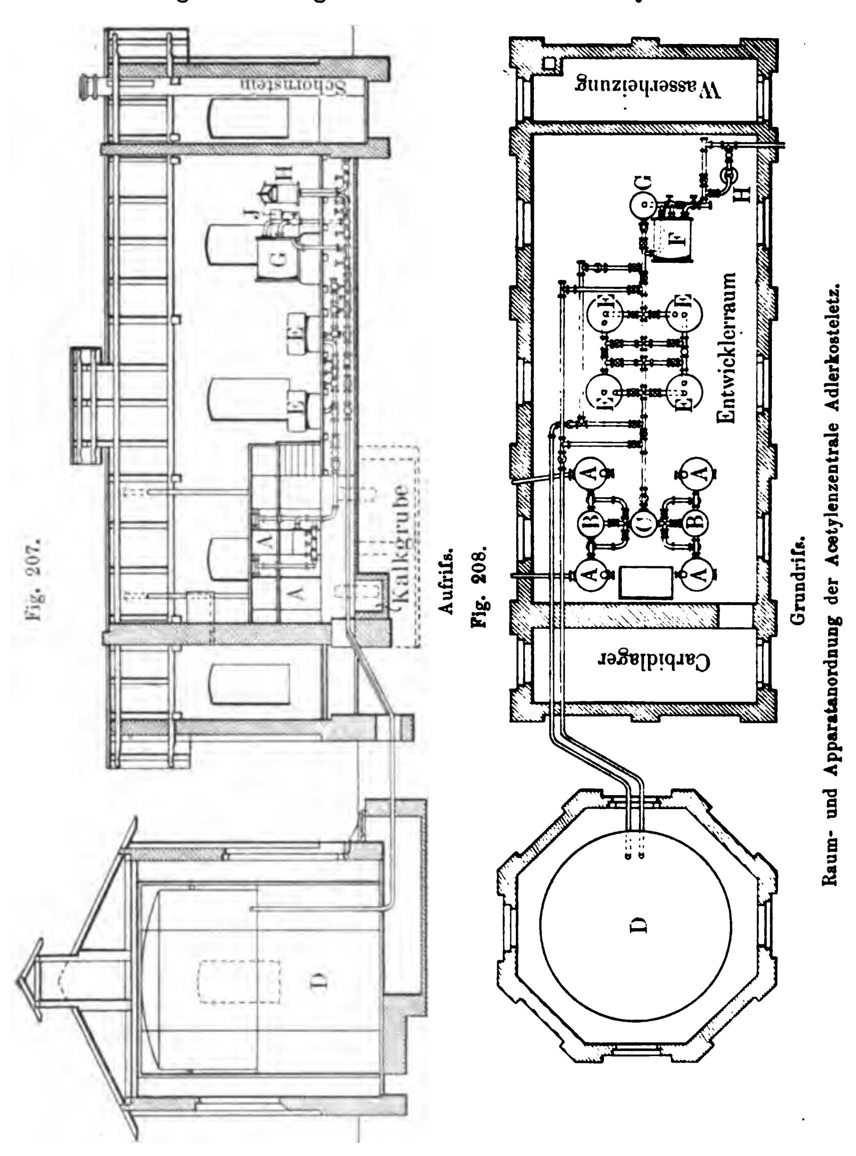


Fig. 207. Aufriß. Fig. 208. Grundriß.

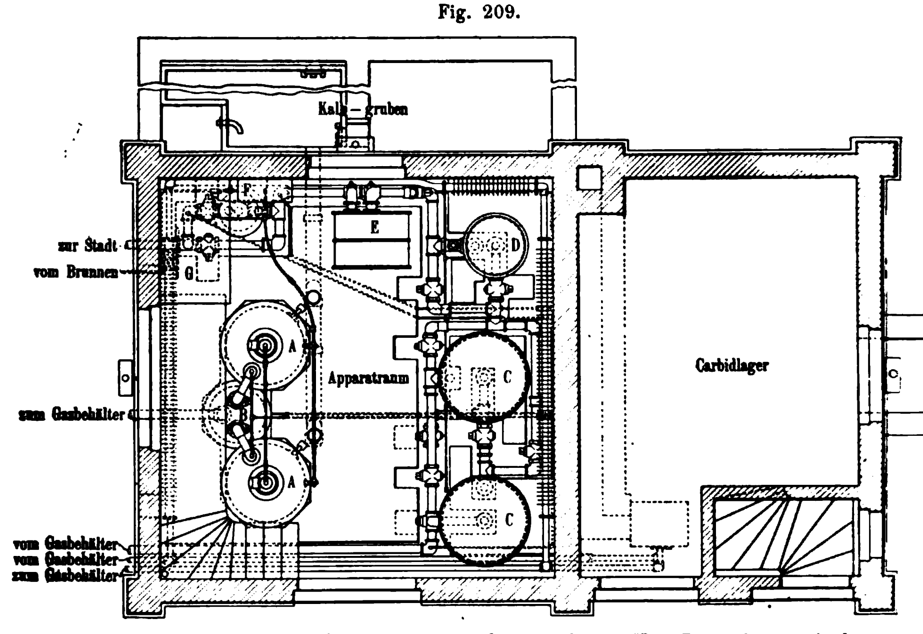
Raum- und Apparatanordnung der Acetylenzentrale Adlerkostelez.

Berlin (Fig. 213), mit Entwicklern, Reinigern und Trocknern in einem, Mefs- und Regulierapparaten in einem zweiten Raume.

Mafsgebend für den Umfang dieser Räume ist natürlich die Gröfse der projektierten Anlage und die Art und Wirkungsweise der aufgestellten

Apparate. Hinsichtlich der letzteren ist als Hauptbedingung zu nennen, dafs, gleichgültig, wie ihre Verteilung und gegenseitige Verbindung gewählt ist, stets ein jeder Apparat ohne Mühe erreicht werden kann und von allen Seiten zugänglich ist. Ferner soll die Aufstellung so erfolgen, dafs eine stete Übersichtlichkeit vorhanden ist. In Betracht mufs hierbei gezogen werden, dafs zum Betriebe einer technisch guten Acetylenzentrale

Fig. 209.



Raum- und Apparatanordnung einer Acetylenzentrale der Hera-Prometheus. A.-G. Grundrifs.

aufser dem Entwickler und Gasbehälter auch noch Wäscher, Reiniger, Trockner, Gasmesser und Druckregler gehören, die übrigens teilweise, wie die Reiniger, Wäscher u. s. w., behördlich gefordert werden.

Die Anordnung der Apparataufstellung ist namentlich von den angewendeten Systemen der Entwickelung, Reinigung u. s. w. abhängig, und es bestehen in dieser Hinsicht die mannigfaltigsten Möglichkeiten. Der Hauptunterschied besteht, abgesehen von der Form und Gröfse der Apparate, in der Art und Weise, wie die Waschung, Reinigung u. s. w. vor sich gehen. Bei einigen Anlagen wird der Grundsatz befolgt, das entwickelte Gas zunächst zu reinigen und erst dann in den Gasbehälter zu leiten, von wo aus es in gereinigtem Zustande die Mefsinstrumente passiert und dann eventuell nachgetrocknet in das Leitungsnetz geführt wird. Dieses Prinzip wird z. B. verfolgt bei den älteren Anlagen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft (Fig. 213). Aus den Entwicklern *a* gelangt dort das Gas durch Kondensator *b*, Wäscher *c* in die Reiniger *d* und Trockner *e* und sodann in den Gasbehälter *g*, von wo es

durch Gasuhr *h*, Druckregler *i* und Trockner *k* in die Leitung geführt wird. Eine ähnliche Anordnung zeigt die Zentrale Hafsfurt (Fig. 214).

Ausgehend jedoch von dem Standpunkte, dafs eine gründlichere Reinigung möglich ist, wenn das Gas unter konstantem Druck und mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit die Reiniger passiert, ist man zu der Anordnung gelangt, dafs man das entwickelte Gas zunächst nur in Kondensatoren vom Wasser und mitgerissenen festen Teilen (Schlamm u. s. w.) befreit und es dann direkt dem Gasbehälter zuführt, von wo aus es unter dem ständigen Druck der Glocke und in regulärem, dem Betriebe entsprechendem Strom die Reiniger, Trockner-, Mefs- und Regulier-

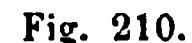


Fig. 210.

Raum- und Apparatanordnung einer Acetylenzentrale der Hera-Prometheus. A.-G. Aufrifs.

apparate passiert. In dieser Weise besteht die Anordnung z. B. in den Zentralen Helgoland (Fig. 206), Adlerkosteletz (Fig. 207 u. 208), ferner in den von der „Hera-Prometheus“, Aktiengesellschaft (Fig. 209 und 210) und in den in neuester Zeit von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft (Fig. 211) erbauten Zentralen.

Auch in solchen Fällen wird aber entsprechend den behördlichen und sicherheitstechnischen Vorschriften so verfahren, dafs der Gasbehälter

aufserhalb der zur Erzeugung und Reinigung des Gases dienenden Räume aufgestellt wird. Für die Anlage der Apparaträume ist deshalb die Art der Reinigungsschaltung insofern gleichgültig, als diese

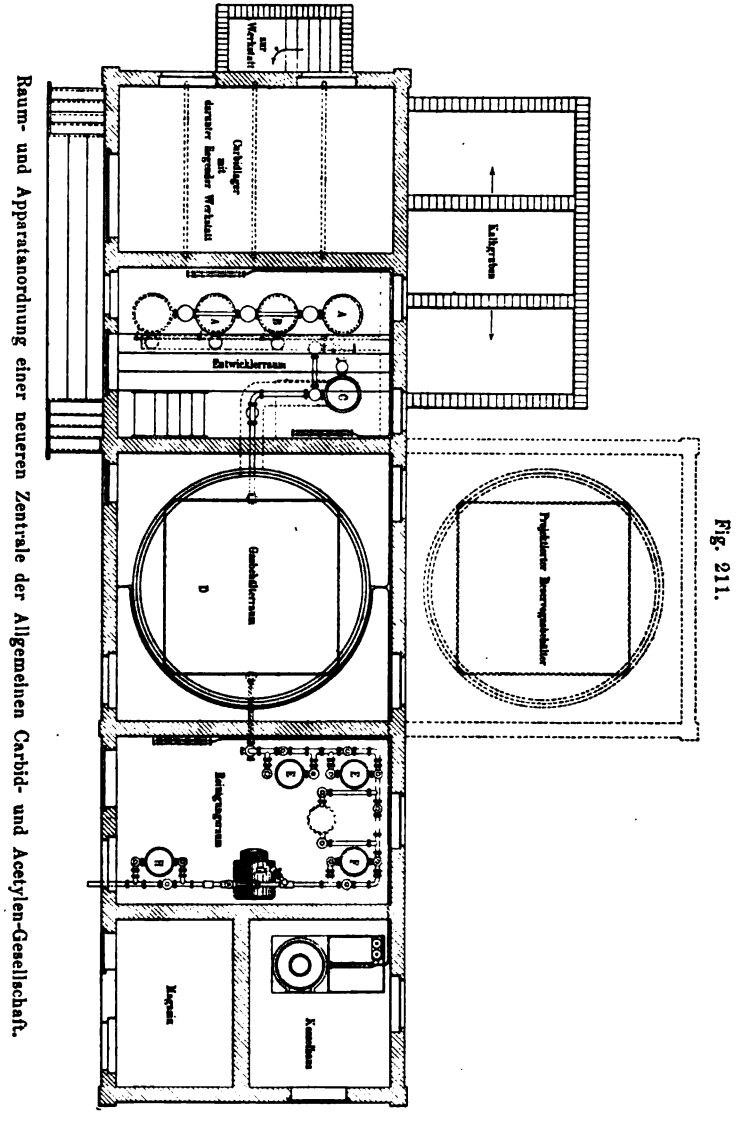


Fig. 211.

Raum- und Apparatanordnung einer neueren Zentrale der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft.

lediglich einen Unterschied in der Führung der Rohrverbindungen bedingt, nicht aber in der Art der Apparataufstellung.

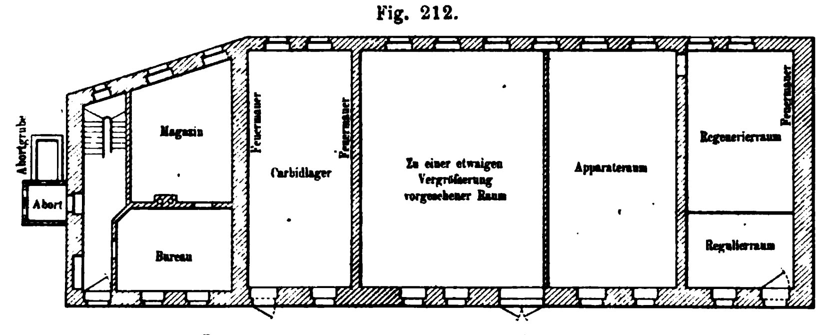
Doch auch die Verschiedenheit der Rohrverbindung fällt insofern zum gröfsten Teile weg, als auch bei Anlagen mit Vorreinigung stets

eine direkt zum Gasbehälter führende Umlaufleitung vorhanden sein mufs, welche nötigenfalls gestattet, dem Gasbehälter auch ungereinigtes Gas zuzuführen, so dafs auch hier das direkte Verbindungsrohr angelegt und demgemäfs im Raume vorgesehen werden mufs.

Die oben erwähnte typische Anordnung einer Acetylenanlage erleidet in vielen Fällen, entsprechend dem System, erhebliche Modifikationen. So ist z. B. in den Acetylenzentralen zu Guttstadt, Passenheim, Sensburg und Johannisburg hinter dem Entwickler und Wäscher ein kleiner Gasbehälter eingeschaltet, welcher die einer jeden Vergasungsperiode entsprechende Gasmenge aufnimmt und sodann unter konstantem Druck und einer mäfsigen Geschwindigkeit durch die der Reinigung und Trocknung des Gases dienenden Apparate in den Hauptgasbehälter drückt.

Bei allen diesen Konstruktionen bleibt aber stets das Erfordernis bestehen, die Gröfse des Apparaträumes resp. der Apparaträume nicht nur derart einzurichten, dafs ein jeder Apparat bequem bedient, ge-

Fig. 212.



Raumanordnung der Acetylenzentrale Hafsfurt.

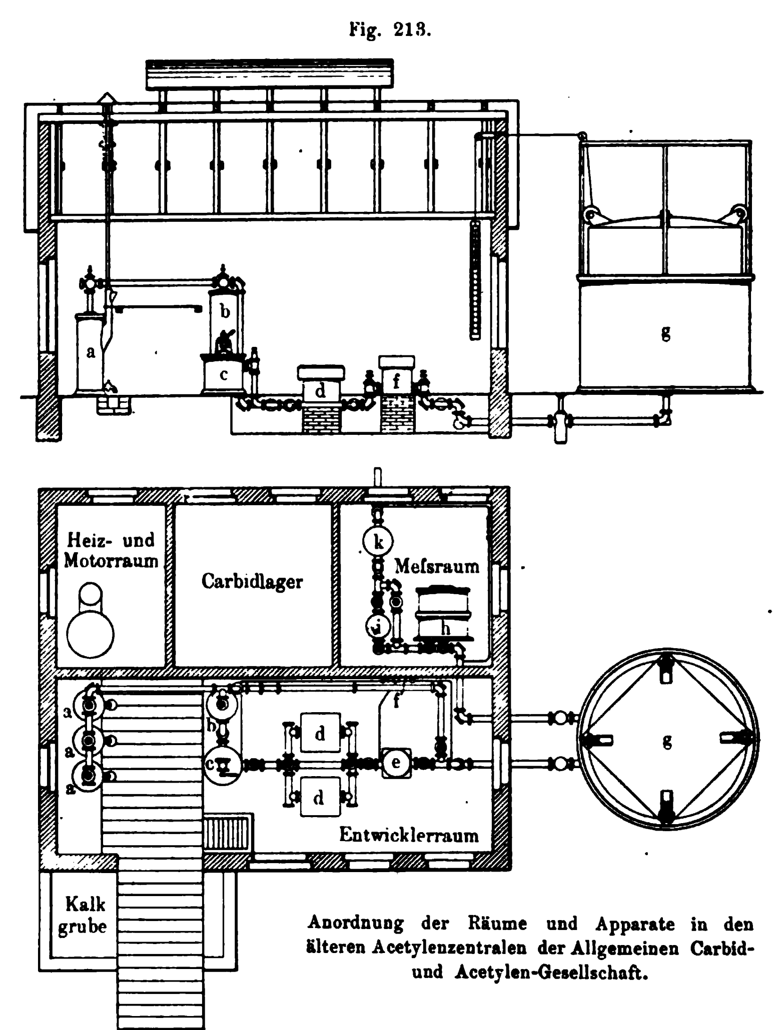
säubert und ausgebessert werden kann, sondern dafs ferner auch genügend Raum gelassen wird, um bei etwaigen Vergröfserungen der Anlage neue Apparate ohne Schwierigkeit montieren und anschliefsen zu können. In manchen Anstalten ist aus diesem Grunde zur Vergröfserung der Anlage ein besonderer Raum vorgesehen, wie dies Fig. 212 bezüglich des Apparatraumes und Fig. 211 bezüglich des Gasbehälterraumes zeigen.

Für die Anordnung der Apparate und mithin für die Gröfse des Raumes ist auch der Umstand von Wichtigkeit, dafs eine bequeme Zuführung der Carbidtrommeln möglich sein mufs, ohne dafs man hierbei mit etwaigen Ventilen, Röhren u. s. w. in Kollision kommt. Es mufs deshalb die Aufstellung unter Wahrung der oben erwähnten Erfordernisse so erfolgen, dafs man die Carbidtrommeln auf freiem Wege von dem Carbidlagerraum (Eingangsthür) heranschaffen und auch die leeren Trommeln ebenso wegbringen kann.

Die Höhe des Apparatraumes richtet sich nach derjenigen des Entwicklers. Bei hohen aufrecht stehenden Entwicklern mit Handbetrieb

sollte die Entfernung der tiefsten Dachbalken mindestens 1,80 m von der Einfüllöffnung betragen, damit eine bequeme Zuführung des Carbides möglich ist. Daſs hierbei auch genügend Raum zur Anbringung einer Bühne vorhanden sein muſs, ist selbstverständlich.

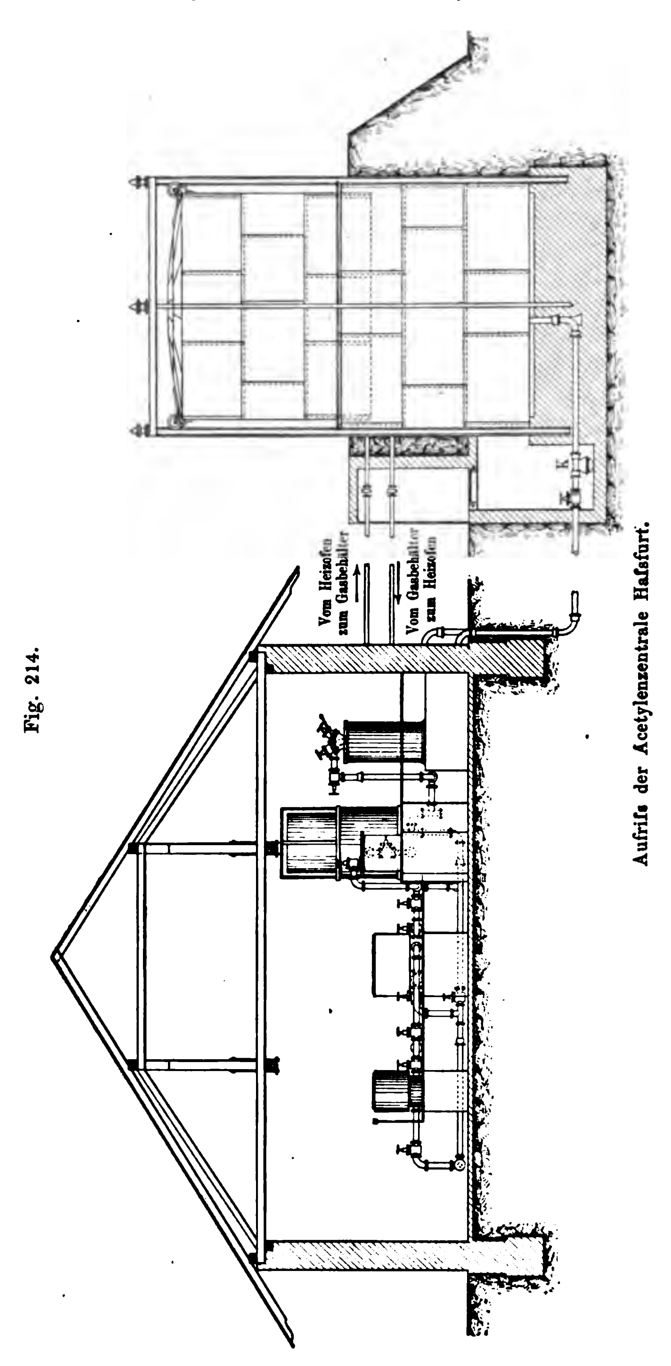
Fig. 213.



Anordnung der Räume und Apparate in den älteren Acetylenzentralen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft.

Doch auch bei horizontal liegenden Entwicklern ist eine gewisse Minimalhöhe des Apparatgebäudes notwendig. Vielfach besitzen Orte, welche mit Acetylenzentralen versehen werden, keine Wasserleitung. Das zur Gaserzeugung nötige Betriebswasser wird deshalb dem Entwickler durch Pumpen zugeführt, indem es zunächst in einem besonderen Behälter angesammelt wird, von wo es beim Gebrauche unter

Fig. 214.



Aufriß der Acetylenzentrale Haßfurt.

beständigem Druck in die Entwickler fliefst. Dieser Druck wird aber nur dadurch erreicht, dafs das Bassin in einer gewissen Höhe über dem Entwickler angebracht wird (*G* in Fig. 210 und *H* in Fig. 206 a).

Der Gasbehälter darf nach den in den meisten Ländern geltenden Verordnungen nicht innerhalb des zur Gaserzeugung dienenden Raumes untergebracht werden, sondern mufs stets in besonderen Räumen oder auch im Freien aufgestellt sein.

Freistehende Gasbehälter werden vielfach verwendet und sind solche z. B. in der Hafsfurter Zentrale (Fig. 214), sowie in den von der „Hera-Prometheus“ (Fig. 209 und 210) und der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft (Fig. 213) erbauten Anlagen vorhanden.

Da solche Gasbehälter unter den Begriff „Gasapparat“ fallen, so müssen sie, wie die Apparaträume, in sichernder Trennung von Wohngebäuden aufgestellt sein, d. h. mindestens 10 m weit von denselben entfernt. Die Entfernung von dem Apparathause mufs, je nach Vorschrift, mindestens 4 bis 10 m betragen. Diese Umstände, welche einen grofsen Platzbedarf bedingen, bewirken, dafs in den meisten Zentralen der Gasbehälter entweder in einem besonderen Gebäudeteil der Gasanstalt (Fig. 211) oder auch in besonderen, speziell zu diesem Zwecke bestimmten Gebäuden untergebracht wird (Helgoland Fig. 205 u. 206, Adlerkosteletz Fig. 207 und 208).

Die Gröfse des Gasbehältergebäudes oder -raumes richtet sich nach der Gröfse des Gasbehälters selbst. Auch hier mufs der Satz aufrecht erhalten werden, dafs der Gasbehälter von allen Seiten zugänglich sein mufs, um etwaige Besichtigungen, Ausbesserungen u. s. w. leicht und bequem ausführen zu können. Entsprechend dieser Forderung ist auch die Höhe des Gasbehälterraumes zu bemessen.

Der Carbidlagerraum mufs ebenfalls stets unabhängig vom Apparatraume besonders angeordnet sein. Die Lagerung von Carbid kann allerdings unter Umständen auch im Freien erfolgen. Doch bedingt ein solches Lager das Vorhandensein besonderer grofser Plätze, denn in den Ländern, in welchen eine Lagerung im Freien gestattet ist, wird gleichzeitig verlangt, dafs das Lager nach allen Seiten mindestens 10 m von Gebäuden entfernt ist.

Aus diesen Gründen wird fast durchgängig das Carbid in besonderen Räumen untergebracht, die sich nur vereinzelt innerhalb des Gasanstaltsgebäudes befinden (Fig. 212) oder auch als eigene, vollständig isoliert stehende Gebäude ausgeführt sind. Meistens sind sie in besonderen Anbauten an das Gasanstaltsgebäude untergebracht, zum Teil unter Benutzung eines gemeinsamen Daches (Fig. 206, 207, 208, 209, 210, 211).

In den meisten Staaten ist die Anlage des Carbidlagers durch gesetzliche bezw. behördliche Vorschriften geregelt. Im allgemeinen sollen hierzu besondere, zu ebener Erde belegene Räume Anwendung finden, die gegen die Gasanstalt und etwaige bewohnte Nachbarschaft durch

feuersichere Mauer oder mindestens 10 m Zwischenraum getrennt sind. Wenn auch hin und wieder besondere Gebäude für Carbidlagerung vorgeschrieben sind, so ist dennoch diese Vorschrift im Sinne der baupolizeilichen Vorschriften nur so zu verstehen, dafs Carbidlagerraum und anstofsende Gebäude eine gemeinsame Wand haben können, wenn dieselbe als Brandmauer ausgebildet, d. h. mindestens einen Stein stark und öffnungslos ist und den Giebel um 20 bis 30 cm überragt.

Das Lager mufs so angeordnet werden, dafs die Zufuhr des Carbides möglichst direkt erfolgt, ohne dafs man nötig hat, das Carbid von der Zufahrtstelle weit zu transportieren, wobei auch namentlich der Weg nicht über nasse Stellen führen darf. Ebenso mufs die Verbindung mit dem Entwicklerraume eine bequeme und möglichst kurze sein. Doch mufs hierbei beachtet werden, dafs die Unterbringung des Carbides in Räumen unterhalb oder oberhalb des Apparates nicht gestattet ist, dafs sich vielmehr das Carbid sowohl wie die ganze Anstaltseinrichtung nur zu ebener Erde befinden darf.

Die Thür des Carbidlagers soll möglichst korrespondierend zur Thür des Entwicklerraumes, doch entgegengesetzt derjenigen des Motor- resp. Heizraumes eingerichtet sein. Eine genügende Entlüftung des Carbidlagers ist ebenso notwendig wie beim Apparatraume.

Die Gröfse des Carbidlagers wird so zu bemessen sein, dafs, selbst wenn die Zufuhren gesichert erscheinen, ein mindestens vierwöchentlicher Carbidvorrat untergebracht werden kann, weil in der Periode des gröfsten Gaskonsums, d. h. im Winter, gelegentlich Störungen beim Transport u. s. w. vorkommen und die Zufuhren unterbrochen werden können.

Das Carbidlager soll ferner so beschaffen sein, dafs höchstens zwei bis drei Trommeln übereinander hingelegt bezw. hingestellt werden können, damit durch höhere Aufstapelung keine Erschwerung der Anstaltsarbeit stattfindet.

Die Wände des Carbidlagerraumes sind stets aus feuerfestem Material auszuführen (Stein, Wellblech u. s. w.), das Dach ist hart einzudecken.

Der Boden mufs einerseits durch geeignete Fundamente vor steigender Feuchtigkeit geschützt sein, andererseits auch gegen zufliefsendes Wasser isoliert werden; Fenster in grofser Anzahl sind im Carbidlagerraume überflüssig, da die einfachen, dort vorzunehmenden Arbeiten bei einigermafsen ausreichender Beleuchtung erledigt werden können. In den meisten Fällen genügt ein einziges Fenster, welches so ausgeführt wird, dafs vor demselben gleichzeitig die Aufsenbeleuchtung angebracht werden kann. Innenbeleuchtung ist verboten, es sei denn elektrische Beleuchtung in Birnen mit wasserdichter Armatur, Überglas, Leitung der Kabel in Isolationsröhren und Anbringung des Schalters von aufsen.

Das Carbidlager darf nur als solches benutzt werden, d. h. es

dürfen brennbare Stoffe nicht mit gelagert werden. Dagegen ist es wohl gestattet, dasselbe gleichzeitig zur Lagerung von Reinigungsmasse, Anstaltsbedarf, Installationsmaterial u. s. w. zu verwenden.

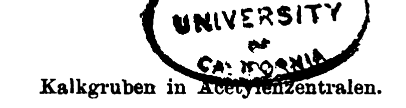
Heizraum. Der reguläre Gasanstaltsbetrieb verlangt, dafs die Apparate, namentlich solche, die Wasserfüllung haben, frostfrei resp. in frostfreien Räumen aufgestellt werden. Dieser Zweck wird aber in mittleren Breiten lediglich durch künstliche Heizung erreicht, deren Anlage die Anwesenheit einer Heizquelle bedingt. Die mit dem Anstaltsbetriebe verbundene Feuersgefahr erfordert eine indirekte Heizung, d. h. es mufs eine vollkommene Trennung des der direkten Flamme unterworfenen Heizkörpers von den Anstaltsräumen durchgeführt sein und die Heizung selbst nur durch flammenlose Leitungen (Dampf, Warmwasser, Luft oder dergl.) bewirkt werden. Die Unterbringung der Heizkessel u. s. w. geschieht zumeist in einem besonderen isolierten Raume des Anstaltsgebäudes [1]), welcher zugleich zur Aufstellung der Wasserförderpumpen dient (Fig. 206, 208, 211, 213). Dieser Raum mufs unabhängig von den Apparat- und Carbidlagerräumen sowie den Kalkgruben derart angeordnet werden, dafs nicht etwa beim Hinaustragen von heifsen Schlacken oder Asche Funken in die Kalkgrube oder an solche Stellen gelangen können, wo sich bei etwa vorkommenden Unregelmäfsigkeiten Acetylen befinden könnte. Zumeist wird die Heizung, namentlich wenn es sich um Warmwasser handelt, welches einen gewissen direkten Fall haben mufs, in Kellerräumen untergebracht (Fig. 209 und 210), wobei jedoch ebenfalls eine vollständig sichernde Trennung von den Carbidlager- und Apparaträumen erste Bedingung ist.

Die Gröfse des Heizraumes richtet sich nach dem angewandten System der Heizung. Es ist durchaus notwendig, dafs der Raum nicht zu knapp gewählt wird, damit der Heizer bequem den Ofen bedienen kann; ferner mufs genügend Lagerplatz für das Feuerungsmaterial entweder im Heizraume selbst oder an anderer Stelle vorhanden sein. Eine Mitlagerung desselben im Carbidlager ist nicht statthaft.

Kalkgruben. Die Beseitigung des Kalkschlammes verlangt eine zweckmäfsige Anbringung von Sammelgruben, in denen der dünne Schlamm sich vom überschüssigen Wasser trennt, so dafs er nach Beseitigung des letzteren in Form des gewöhnlichen gelöschten Kalks ausgehoben und entfernt werden kann. In den seltensten Fällen ist die Möglichkeit gegeben, den Kalkschlamm, so wie er aus den Entwicklern wegfliefst, direkt abzuleiten, wie z. B. bei der Acetylenzentrale Helgoland (Fig. 205, 206 und 206a), wo die Anstalt sich direkt am Strande befindet und der Kalkschlamm zur Flutzeit in das Meer ab-

---

[1]) Die Königl. bayerische Staatsbahn verlangt, dafs der Heizraum vom Gaserzeugungsraume derart getrennt wird, dafs beide Räume sich nicht unter einem Dache, wenn auch durch Brandmauern voneinander getrennt, befinden.



gelassen wird. Eine solche Ableitung ist unter normalen Verhältnissen auch vom wirtschaftlichen Standpunkte nicht zu empfehlen [1]).

Die Anlage der Kalkgruben ist in Bezug auf Anordnung und Gröfse von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. Es mufs stets darauf geachtet werden, dafs der Schlammweg, d. h. die Entfernung der Entwickler von den Kalkgruben, möglichst gering ist (Fig. 209, 210, 211, 213). Die den Schlamm abführenden Kanäle können leicht durch den Schlamm oder durch unvergasbare Rückstände verstopft werden. Die sich daraus ergebenden Übelstände können am leichtesten vermieden werden, wenn die Kanäle nur kurz und dabei leicht zugänglich sind. Je kürzer der Schlammkanal, desto gröfser kann der Fall vom Entwickler zur Grube angeordnet werden und desto eher wird ein glattes Ableiten des Schlammes erfolgen.

Bei der Anlage der Gruben mufs aber auch berücksichtigt werden, dafs sich dieselben in einer gewissen Entfernung von Heiz- und Carbidräumen und nicht in der Nähe einer Laterne befinden. Der mit Acetylengas gesättigte Schlamm giebt beim Einlassen in die Gruben stets etwas Acetylen ab, so dafs die Grubenoberfläche immer etwas Acetylen-Luft-Gemisch enthält. Es mufs deshalb, wie schon oben erwähnt, vermieden werden, dafs etwa Funken, heifse Schlacken oder dergl. in die Kalkgrube gelangen können. Ferner mufs man aber auch vermeiden, dafs aus beschädigten Trommeln oder sonstwie zufällig herausfallendes Carbid in die Gruben gelangt, damit nicht eine unerwünschte Gasentwicklung in denselben stattfindet. Es ist deshalb die Anordnung nicht zu empfehlen, dafs das Podest, welches zur Zuführung des Carbids in die Entwickler dient, über der Kalkgrube eingebaut wird (Fig. 213). Wichtig ist auch die Rücksichtnahme auf den Umstand, in welcher Weise das abgeschiedene Wasser entfernt wird. Je nach der angewendeten Methode [2]) ist es vorteilhaft, die Gruben in der Nähe der Abflufskanäle oder bei durchlässigem Baugrunde so einzurichten, dafs eine schnelle Versickerung des Wassers erfolgen kann. Die Gruben müssen ferner bequem zugänglich liegen, damit der abgesetzte Kalk leicht aufgeladen und abgefahren werden kann. Bei Anwendung von Apparaten, welche keine breiigen, sondern halbfeste Rückstände geben, ist die Anlage von Klärgruben nicht notwendig. In solchen Fällen genügt eine Sammelgrube.

Die Anordnung der übrigen Räume des Apparatgebäudes hat sich nach ihrem bestimmten Zwecke zu richten. Apparate, bei denen eine Flamme Verwendung findet, wie z. B. Motore zum Antrieb der Wasserpumpe u. s. w., dürfen nicht im Apparat- oder Carbidlagerraume untergebracht werden. Kontrollapparate gehören nicht in Räume, in denen eine Staubentwicklung stattfindet. Der Aufbewahrungsort für

---

[1]) Vergl. weiter unten „Carbidrückstände und ihre Verwertung". — [2]) Vergl. S. 513.

Flüssigkeiten mufs getrennt sein vom Carbidlager u. s. w. In allen Fällen mufs der Grundsatz möglichster Trennung aller Gasanstaltsabteilungen durchgeführt sein. Dadurch wird am besten erreicht, dafs einander gegensätzliche Apparate und Materialien der gegenseitigen unerwünschten Einwirkung entzogen werden.

Fundamente.

Bei Ausführung der Fundamente sind aufser den allgemeinen bautechnischen Forderungen, auf die hier nicht weiter eingegangen wird, noch mehrere Punkte, wie die Art der Ausschachtung, die Isolierung des Baugrundes u. s. w., besonders zu berücksichtigen.

Die Ausschachtung mufs entsprechend den projektierten Räumen erfolgen. In der Regel werden nach Einebnung der Baustelle nur diejenigen Stellen ausgegraben, in welche die eigentlichen Mauerfundamente eingebaut werden. Doch ist es oft notwendig, noch weitere Ausschachtungen zur Unterbringung von Gasanstaltsapparaten u. s. w. vorzunehmen. So z. B. erfolgt fast immer ein Ausheben der Kalkgruben, sowie oft auch der Heizräume, sofern sie unterhalb des Fufsbodenniveaus untergebracht werden (Fig. 210), oder wenn Rohrleitungen, Reiniger, Trockner u. s. w. im Boden zu verlegen sind (Fig. 213). Es ist aber dabei zu beachten, dafs jede Ausschachtung des Baugrundes die Gefahr des Eindringens von Grundwasser in die Gasanstaltsgebäude erhöht. Will man die Rohrleitungen unterhalb des Fufsbodens verlegen, so ist deshalb in vielen Fällen die Anordnung der Fig. 207 vorzuziehen, bei der die Apparate erhöht stehen, so dafs zwischen Fufsboden und Boden ein genügender Raum zur Unterbringung der Rohre, Kondenstöpfe u. s. w. bleibt.

Wiederholt wurde schon darauf hingewiesen, dafs eine Sicherung des Gebäudes gegen eindringendes Grundwasser von Wichtigkeit ist. Es ist deshalb bei einigermafsen verdächtigem Baugrunde eine gründliche Isolierung des Bodens durchzuführen, z. B. durch Anlage einer Cement- oder Betonschicht (Fig. 210, 214), die natürlich in fester Verbindung mit den anschliefsenden, ebenfalls zu isolierenden Grundmauern stehen mufs. Die seitliche Isolierung der Grundmauern, namentlich auch gegen anstofsende Kalkgruben, durch Cementputz oder durch mehrfachen Goudronanstrich mufs besonders sorgsam ausgeführt werden. Die Kellersohle mufs mindestens 0,3 m höher liegen als der höchste Grundwasserstand.

Je nach der Art der Entwässerung [1]) werden die Kalkgruben entweder betoniert oder nur einfach ausgegraben. Eine Absteifung der Seiten durch Holzschalungen u. s. w. ist in den meisten Fällen erforderlich.

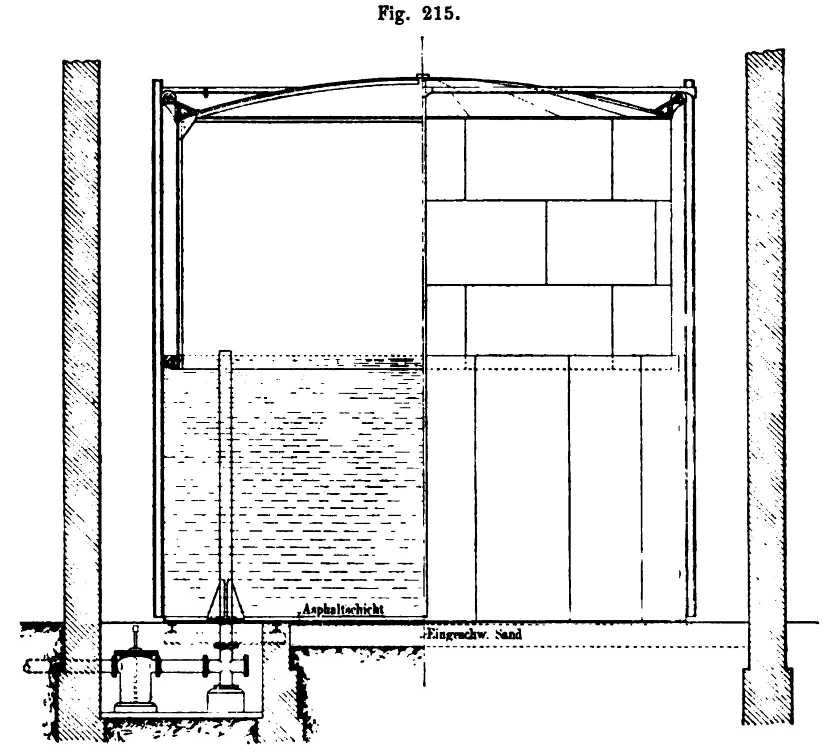
Die Fundamentierungsarbeiten für den Gasbehälter entsprechen

---

[1]) Siehe diese S. 511 u. f.

im allgemeinen denjenigen beim Anstaltsgebäude. Flachbodige Bassins werden bei gutem Baugrunde auf eine Sandaufschüttung gesetzt, die zum Zusammenhalt mit einer Ringmauer eingefaſst wird; es empfiehlt sich, die oberste Sandlage mit Teer zu tränken oder mit einer Asphaltschicht zu versehen (Fig. 215). Bei schlechtem Baugrunde wird die Unterlage des Gasbehälters zweckmäſsig durch Einbau von Trägereisen (vergl. Fig. 205) gesichert. Der Einbau von gemauerten oder schmiedeeisernen Bassins in den Erdboden wird weiter unten besprochen werden [1]).

Fig. 215.



Einbau eines Gasbehälters für Acetylenzentralen.

In manchen Fällen erscheint auch die Verwendung von Gasbehältern nach System Prof. Intze empfehlenswert, bei denen der Boden kugelsegmentförmig ausgebildet ist, wodurch der Wasserdruck vermindert wird. Solche Bassins werden auf eine Ringmauer fundiert, die sich je nach den örtlichen Verhältnissen bis zu 1 m über Terrain erhebt. Auf diese Weise erreicht man bei schlechtem Baugrunde infolge geringerer Beanspruchung eine billige Fundierung.

Zu den Fundamentierungsarbeiten gehören auch die Sicherung des Auflagers der Gaserzeugungsapparate u. s. w. In den seltensten Fällen

---

[1]) Vergl. den Abschnitt über Gasbehälter S. 563 u. f.

ist der Baugrund hinreichend fest für eine gesicherte Aufstellung der Apparate. Eine solche ist aber unerläſslich. Deshalb ist durch Errichtung besonderer, auf festem Baugrunde stehender Fundamentsockel (Fig. 213, oben) oder auch durch Einbau von eisernen Trägern eine unverrückbare Lagerung der Apparate zu bewirken.

Das Apparatgebäude und seine innere Ausstattung.

Die Acetylengasanstalten übersteigen für gewöhnlich nicht die geringe Höhe von 6 bis 7 m, so daſs für ihre Ausführung nur die Vorschriften für einstöckige Gebäude Geltung haben.

Für die Auſsenwände werden im allgemeinen stets $1^1/_2$ bis 2 Steine starke Ziegelmauern genügen. Wände im Innern, die keine Balken tragen, können $^1/_2$ bis 1 Stein stark sein. Die Grundmauern werden auf jeder Seite $^1/_2$ Stein stärker gemacht und in dieser Stärke bis zur Terrainoberfläche (Fig. 210 und 214) oder etwas über dieselbe (Fig. 207) geführt. Dient die Mauer als Widerlager eines Gewölbes, wie in Fig. 210, wo die Decke des Heizraumes abgewölbt ist, so wird sie $^1/_2$ Stein stärker gemacht, oder in der Stärke der Grundmauern hochgeführt.

Die Umfassungsmauern der für die Heizung dienenden Schornsteine werden mindestens 1 bis 2 Steine stark ausgeführt (Fig. 205 und 210) und müssen 180 bis 300 qcm weit sein. Wiederholt sind die Wände der Acetylengasanstalten aus Fachwerk ausgeführt, doch ist eine solche Bauart nicht zu empfehlen, da sie das Eindringen von Kälte, Feuchtigkeit u. s. w. begünstigt und zu Betriebsstörungen Anlaſs geben kann. Die Gasbehälter werden zumeist nur mit Schutzdächern oder Schutzwänden aus Holz mit Pappe versehen (Fig. 213), doch sind mehrfach auch massive Gebäude aufgeführt worden (Fig. 205, 211 und 215). Letztere werden zweckmäſsig in Form eines Achtecks errichtet.

Für Gewölbe beträgt die Gewölbestärke $^1/_{48}$ bis $^1/_{36}$ der Spannweite, je nach ihrer Form. Bei Acetylenzentralen kommen solche Gewölbe bis zu höchstens 5 m Spannung vor und genügt hierbei 1 Stein und für Verstärkungsbogen in Entfernung von $1^1/_2$ bis 2 m je $1^1/_2$ Steine.

In welcher Art die Mauern ausgebildet werden, hängt ab von der Art der benachbarten Gebäude oder Räume. Die behördlichen Vorschriften der meisten Länder verlangen, daſs die Acetylengasanstalten von Wohnräumen sicher getrennt sind. Beträgt die Entfernung bis zum nächsten Wohnhaus oder Wohnraum weniger als 10 m, so muſs deshalb die demselben zugekehrte Wand als Brandmauer ausgebildet sein, d. h. als öffnungslose, mindestens 1 Stein starke Mauer, welche das Dach um 20 bis 30 cm überragt.

Ebenso muſs eine Trennung durch Brandmauer oder eine Entfernung von 10 m gegenseitig zwischen Acetylenapparat-, Carbidlager- und Heizraum vorhanden sein. Namentlich ist von Wichtigkeit, daſs

der Heizraum in vollständiger Weise durch Brandmauern isoliert ist, oder dafs, falls die Heizung in einem Kellerraum untergebracht ist, eine Trennung durch ein öffnungsloses Gewölbe erfolgt (Fig. 210).

Auf diese Weise ist die Umfassung der verschiedenen Gasanstaltsgebäude der Fig. 205 bis 215 ausgeführt.

Thüröffnungen im Mauerwerk müssen 80 mm höher und weiter sein, als die Abmessungen zwischen den Thürfuttern betragen sollen; der Fensteranschlag mufs mindestens 80 mm betragen.

Fufsböden werden zweckmäfsig aus Cement oder aus Ziegelsteinen hergestellt. Bei Portlandcementböden wird die Unterlage aus Beton und der Überzug aus 1 Tl. Portlandcement mit 1 bis 3 Tln. rein gewaschenen Sandes von mittlerer Korngröße hergestellt.

Die Fufsböden sind so einzurichten, dafs sie eine allseitige Neigung nach einem Punkte besitzen, von dem zur Ableitung von Wasser ein Rohr in die Schlammkanäle oder Kalkgruben führt. Bei Anordnung der Verbindungsrohre unterhalb des Fufsbodens werden in demselben besondere Kanäle zur Aufnahme der Rohre resp. Apparate ausgehoben und ausgemauert. Die Kanäle selbst werden mit Riffeleisenblechen zugedeckt.

Entsprechend den verhältnismäfsig geringen Gröfsenverhältnissen der Acetylenzentralen kommen Gebäude mit Spannweiten über 5 bis 6 m selten vor, so dafs die Balkenlagen der Dachkonstruktionen fast stets durch Mauern direkt unterstützt werden (Fig. 207, 210, 213, 214).

Die Konstruktionen sind gewöhnlich Satteldächer mit ebenen Dachflächen, welche, und zwar sowohl einsäulige als auch zweisäulige (Fig. 214) und mehrsäulige, je nach der Spannweite aus doppelten Bohlen oder aus Halbhölzern bestehen. Freitragende Satteldächer kommen, wie gesagt, infolge der geringen Spannweiten nur selten in Betracht und werden dann meist in Hängewerk-Konstruktionen ausgeführt.

Infolge Einbaues des Wasserreservoirs wird die Dachkonstruktion oft sehr stark beansprucht. Es ist deshalb vorteilhaft, zur Entlastung der Dachbalken an dieser Stelle besondere auf der Mauer aufliegende Träger (Fig. 206 a) oder Tragesäulen (Fig. 210) zu verwenden.

Die Dachverschalung mufs entsprechend den behördlichen Vorschriften leicht sein, deshalb sind Schieferdächer, Ziegeldächer u. s. w. nicht zulässig und wird fast ausschliefslich Holzverschalung mit Dachpappe oder sogen. Holzcementdach (Dachpix) zum Eindecken verwendet. Die Bedeckung soll vollkommen dicht sein; deshalb sind die Verbindungsstellen der Pappen durch mindestens 8 cm übergreifende Streifen oder durch sogen. Leistendeckung zu sichern. Letztere Methode verdient den Vorzug. Die Dachhöhe ergiebt sich aus der Breite und der Dachneigung, die etwa auf 1 : 10 anzunehmen ist. Die Sparren liegen 1 bis 1,25 m auseinander. Die Belastung für 1 qm Dachfläche beträgt:

für	Deckmaterial	6 kg
„	Schalung	24 „
„	Besparrung	12 „
„	maximalen Winddruck	13 „
„	Schneedruck	40 „
	Insgesamt	95 kg

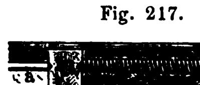
Besondere innere Decken für die Räume werden gewöhnlich nicht ausgeführt; vielmehr bildet die Dachbedeckung auch den inneren Raumabschlufs. In Orten mit sehr niedrigen Witterungstemperaturen ist es jedoch zur Erzielung einer besseren Wärmeisolierung der Räume erforderlich, noch besondere Decken herzustellen. Dieselben werden gewöhnlich als Stülpdecken ausgeführt, d. h. es werden gegen die Balken Bretter genagelt, welche in der Längsrichtung einander etwa 1 bis 2 cm breit überdecken (Fig. 216).

Fig. 216.



Stülpdecke für Apparaträume.

Fig. 217.



Ganzer Windelboden als Decke für Apparaträume.

Manchmal genügt auch dies nicht. Dann mufs eine Zwischendecke in Form eines ganzen Windelbodens eingerichtet werden, d. h. es werden Holzscheite (*a* in Fig. 217) mit Langstroh und Lehm umwickelt und zwischen die Balken eingelegt, entweder in Falze derselben oder auf aufgenagelte Leisten (*b* in Fig. 217).

Fig. 218.

Jalousiethüren für Acetylenzentralen.

Räume, in denen sich Feuerung befindet (wie Heizraum), müssen verputzte Decken besitzen. In solchen Fällen wird die Unterseite der Balken mit schmalen, gespaltenen oder getrennten, 2 cm starken Brettern eingeschalt und dann berohrt und geputzt.

Die inneren Wände der Anstaltsräume werden meist im rohen Ziegelbau belassen oder gekalkt und nur in besonderen Fällen auch verputzt.

Fenster.

Die Anlage der Fenster richtet sich nach dem Aufstellungsorte der Apparate. Vorzugsweise sind diejenigen Apparate zu beleuchten, welche die gröfste Beaufsichtigung und Kontrolle erfordern oder an welchen die meisten Arbeiten vorzunehmen sind. Es sind deshalb besonders zu erhellen die Entwickler und an diesen wesentlich die Einwurfsvorrichtung und der Schlammablafs, ferner Manometertafel, Gasmesser, Heizvorrichtung, sämtliche Flüssigkeitsniveauanzeiger u. dergl.

Hell mufs ferner der Zutritt zum Carbidraum sein, damit nicht durch unvorsichtiges Hantieren im Dunkeln ein Rutschen der Trommeln stattfindet. Da die Fenster gleichzeitig dazu dienen, einen Schutz gegen die Gefahren künstlicher Beleuchtung zu gewähren (die Lichtquellen dürfen nur aufsen vor den Fenstern angebracht werden), so ist es zweckmäfsig, dieselben nicht mit zu öffnenden Flügeln zu versehen, sondern in Form eines unverrückbaren Gitterrahmens mit fest eingesetzten Scheiben einzurichten.

Sollten die örtlichen Verhältnisse es verlangen, zur ausreichenden Beleuchtung der Innenräume Fenster an solchen Wänden anzubringen, die als Brandmauer dienen sollen, so müssen statt des gewöhnlichen Fensterglases Scheiben aus Siemens' Drahtglas, einem Prefshartglas, in das ein Drahtgewebe eingelegt ist, in die Mauer eingelassen werden. Die Gröfse solcher Fenster wird aber meist durch behördliche Vorschriften auf 0,25 bis 0,50 qm beschränkt.

Fensterscheiben sind in kurzen Zwischenräumen regelmäfsig auf Dichtigkeit des Kittes zu kontrollieren.

Thüren.

Eine Isolierung der verschiedenen Räume der Gasanstalt voneinander bedingt auch für jeden derselben besondere Thüren, die sämtlich nach aufsen schlagend und möglichst an solchen Stellen anzubringen sind, dafs man beim Eintritt den ganzen Raum mit den hauptsächlichsten Apparaten übersehen kann. Auch hier ist darauf zu achten, dafs Thüren nicht Brandmauern durchbrechen. Zuweilen gestatten einzelne Behörden die Anbringung von Thüren in solchen Wänden, falls feuersicheres Material (Wellblech u. s. w.) gewählt wird.

Die Eingangsthüren zum Carbid- und Apparatraum sind möglichst nahe aneinander anzuordnen und zwar derart, dafs das Carbid vom Zufuhrwege möglichst direkt in das Carbidlager gelangen kann. Dieser Weg sowohl als auch derjenige zum Entwicklerraume soll nicht über feuchte Stellen und nicht an den Kalkgruben vorbeiführen. Zum Apparatraume ist die Thüröffnung zunächst beim Bau etwa 2 m breit und entsprechend hoch zu belassen, damit man die aufzubauenden Apparate bequem einbringen kann. Provisorisch ist eine entsprechend breite Thür anzubringen. Sind die Apparate aufgebaut, so kann die Thüröffnung auf 1 bis 0,80 m vermauert werden.

Der Zugang zum Carbidlager mufs mindestens 1 bis 1,20 m breit sein, damit man die Carbidtrommeln bequem hineinrollen kann.

Die Thür des Heizraumes bedarf keiner besonderen Höhe.

Alle Thüren sind mit gut schliefsenden Schlössern zu versehen.

Die Thüren selbst werden oft als sogen. Jalousiethüren ausgeführt (Fig. 218), weil solche besonders gut den Wirkungen der Feuchtigkeit widerstehen. Die Jalousieabteilungen sind gelegentlich auch verstellbar eingerichtet und dienen Ventilationszwecken.

Heizung [1]).

Der ordnungsmäfsige Betrieb einer Acetylenzentrale erfordert, dafs die Apparate, namentlich solche mit Wasserfüllung, frostfrei aufgestellt, d. h. vor dem Einfrieren geschützt werden. Der wirksamste Frostschutz wird durch Beheizung der die Apparate enthaltenden Räume erreicht. Bei Anlage von Acetylenzentralen wird fast ausschliefslich von diesem Mittel Gebrauch gemacht.

Die in den meisten Staaten geltenden gesetzlichen Vorschriften [2]) über die Errichtung von Acetylenzentralen erfordern, dafs die Apparate zur Entwicklung und Aufbewahrung des Gases zu ebener Erde aufgestellt werden. Dadurch ist die Anordnung von Zentralen in an sich frostfreien, tiefgelegenen Räumen, z. B. Kellern, wie auch die Anwendung sogen. Erdhäuser [3]) ausgeschlossen.

Allerdings kann, wenn besonders günstige klimatische Verhältnisse vorliegen, von der Errichtung einer besonderen Heizanlage abgesehen werden, wie dies z. B. bei den meisten französischen Zentralen geschehen ist. Hier wird ein Frostschutz durch möglichst sorgsame Isolierung der Hauswände, der Dächer u. s. w. durch Anlage von Doppelthüren, Doppelfenstern u. dergl. zu erreichen gesucht. In Deutschland, Österreich und überhaupt in den nördlich gelegenen Ländern mit kaltem Winter ist aber zur Erreichung der notwendigen Frostfreiheit künstliche Heizung erforderlich.

Eine künstliche Heizung ist auch dann notwendig, wenn, wie es in letzter Zeit hin und wieder vorkommt, die Entwickler so konstruiert werden, dafs die Zersetzungsgefäfse als Kalkgruben ausgebildet werden (vergl. weiter unten Fig. 252a und 266a). Hierbei ist es durchaus notwendig, dafs zum mindesten derjenige Teil, welcher die Carbidzuführungsvorrichtungen enthält, überhaupt der so geschaffene Raum, beheizt wird. Die sich bemerkbar machenden Bestrebungen, solche Entwickler ohne Apparatraum aufzustellen, sind schon im Interesse der allgemeinen Sicherheit zu verwerfen [4]).

Das anzuwendende System der Heizung mufs sich nach den gesetzlichen Vorschriften richten. In letzteren wird durchweg verlangt, dafs die Beheizung der Räume entweder indirekt (durch Abgase) sein mufs, oder nur durch Warmwasser oder Dampf erfolgen kann, wobei in jedem Falle die Feuerstätte in einem von der übrigen Anstalt durchaus isolierten Raume untergebracht werden mufs.

Die Verwendung indirekter Heizung scheitert an dem Umstande, dafs die Acetylenzentralen, entsprechend den Vorschriften, in besonderen Gebäuden errichtet werden müssen, und ist deshalb als einziges verwendbares System die direkte Warmwasser- oder Dampfheizung anzusehen.

---

[1]) Vergl. auch S. 350. — [2]) Vergl. diese in Abschnitt V. — [3]) Vergl. S. 356. — [4]) Vergl. S. 360.

Die Ausführung einer derartigen Heizanlage wird am zweckmäfsigsten einer zuverlässigen Spezialfirma übertragen. Zu einer übersichtlichen Beurteilung der Verhältnisse mögen folgende Angaben als Anhalt dienen:

Für die Gröfse der Heizanlage ist der Wärmebedarf der zu beheizenden Räume mafsgebend. Hierbei ist in Betracht zu ziehen, dafs die Temperatur der Apparaträume lediglich so hoch sein mufs, dafs ein Einfrieren des Wassers verhindert wird, demnach 0° C. nur wenig zu übersteigen braucht. Es genügt deshalb, wenn man eine Temperaturdifferenz von — 20° bis 0° für die zu beheizenden Räume annimmt. Der Wärmeverlust beträgt pro 1 qm Fläche und je 1° Temperaturdifferenz für

massives Ziegelmauerwerk 0,12 m stark	2,40 W.-E.
„ „ 0,25 „ „	1,70 „
„ „ 0,38 „ „	1,30 „
„ „ 0,51 „ „	1,10 „
Balkenlagen mit halbem Windelboden als Fufsboden . .	0,35 „
Balkenlagen mit halbem Windelboden als Decke . . .	0,50 „
Gewölbe mit massivem Fufsboden	1,00 „
„ „ Dielung darüber als Fufsboden	0,45 „
„ „ „ darüber als Decke	0,70 „
hölzerne, über dem Erdreich hohl verlegte Fufsböden . .	0,80 „
massive Fufsböden über dem Erdreich	1,40 „
Balkenfufsboden	0,40 „
einfache Fenster	5,00 „
doppelte Fenster	2,30 „
Thüren	2,00 „

Als mittlerer Verlust für ordnungsmäfsig ausgeführte Acetylenzentralen wird unter normalen Verhältnissen auf 1 qm Wandfläche für je 1° Temperaturdifferenz ein solcher von 1,5 W.-E. angenommen und wird deshalb die Heizung zur Deckung eines Wärmeverlustes von 30 W.-E. auf 1 qm Wandfläche (Fenster und Thüren mitgerechnet) angelegt, wobei noch bei Räumen, die von Nordwest bis Nordost liegen, ein Zuschlag von 25 Proz., bei Abkühlungsflächen mit Windanfall ein solcher von 30 Proz. und bei Räumen, die über 4 m hoch sind, ein solcher von 10 Proz. vorgenommen wird.

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit der Heizung erfolgt, indem man zu der so gewonnenen Wärmemenge noch diejenige zugiebt, welche zur Erwärmung der Luft in den Räumen auf die vorgeschriebene Temperatur benötigt wird, wobei auf die nötige Lufterneuerung [1]) Rücksicht zu nehmen ist. Dieselbe beträgt pro 1 cbm und 1° C. 0,3 W.-E., demnach ist für eine Temperaturdifferenz von — 20° bis 0° ein maximaler Wärmebedarf von $20 \times 0,3 = 6$ W.-E. erforderlich. 1 cbm Innenraum entspricht aber 4 qm Wandfläche bei freistehenden Gebäuden und daraus

[1]) Vergl. S. 506.

berechnet sich unter normalen Verhältnissen die notwendige Leistungsfähigkeit einer Heizanlage pro Kubikmeter Raum für Acetylenzentralen zu $30 \times 4 + 6 = 126$ oder rund 150 W.-E.

Der an sich geringe Wärmebedarf einer Acetylenzentrale erlaubt die Errichtung kleiner und doch ökonomisch arbeitender Zentralheizanlagen. Mafsgebend für die Art der letzteren ist der Umstand, ob der Gasbehälter mitbeheizt werden soll oder nicht[1]), was entweder durch direkte Erwärmung des Gasbehälterwassers oder durch Beheizung des Gasbehälterraumes geschehen kann. Bei freistehenden oder nicht genügend isolierten Gasbehältern (Fig. 213 u. 214) ist nur die direkte Beheizung durch Erwärmung des Gasbehälterwassers möglich, bei gut eingebauten dagegen (Fig. 205, 207, 208, 211 und 215) sind beide Arten anwendbar.

Der Wärmeverbrauch eines umbauten Gasbehälters berechnet sich, bezügl. des Wärmeverlustes, wie oben angegeben. Für den zur Erwärmung der Apparate auf die notwendige Temperatur erforderlichen Wärmebedarf sind 0,5 W.-E. pro Kubikmeter Rauminhalt und 1° Temperaturdifferenz anzunehmen, d. h. höchstens 10 W.-E. pro Kubikmeter.

Bei direkter Beheizung sind als Wärmebedarf 2 W.-E. pro Kubikmeter Bassininhalt und 1° C., also insgesamt 40 W.-E. pro Kubikmeter Bassininhalt in Rechnung zu ziehen.

In denjenigen Fällen, in denen der Gasbehälterraum nicht oder nur indirekt mit beheizt wird, ist es gleichgültig, ob man Warmwasser- oder Dampfheizanlagen verwendet; bei direkter Beheizung des Gasbehälters ist dagegen erstere vorzuziehen, wenngleich auch in diesem Falle Dampfheizung angewendet werden kann.

In allen Fällen ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, dafs Warmwasserheizung die Anlage eines tiefliegenden Kessels verlangt, während bei Dampfheizung der Kessel auch zu ebener Erde montiert werden kann.

Als Dampfheizung wird fast ausschliefslich solche mit Niederdruckdampf verwendet, weil sie ununterbrochen betrieben werden kann, nur geringer Bedienung bedarf, infolge des niedrigen Druckes nur wenig abgenutzt wird, eine grofse Ausdehnung der Heizleitung in horizontaler Richtung zuläfst und in den meisten Staaten keinerlei besonderer Genehmigung bedarf. Die Wärmeleistung eines solchen Kessels ist eine recht grofse, sie beträgt, je nach System, 6000 bis 12000 W.-E. pro 1 qm Heizfläche, entsprechend einer Heizleistung für 40 bis 80 cbm Acetylenzentralenraum. Die Kessel werden ungemein kompendiös gebaut und können ohne jede Ummauerung aufgestellt werden, so z. B. der Körtingsche Patent-Schachtrostkessel mit kombiniertem Standrohr-Regulator für Dampfniederdruckheizungen (Fig. 219).

---

[1]) Ein hinreichender Schutz gegen das Einfrieren des Gasbehälters kann auch durch Verwendung sogen. chemischer Frostschutzmittel (vergl. S. 353 unten) erreicht werden, was aber für gröfsere Gasbehälter, wie sie in Zentralen Verwendung finden, nicht zweckmäfsig erscheint.

Dieser Kessel mit einer Heizoberfläche von $4^1/_2$ bis 5 qm genügt vollständig für die meisten Zentralanlagen und gewährleistet einen gesicherten Betrieb.

Die Aufstellung des Kessels soll möglichst im Mittelpunkte der Anlage bezw. des Dampfverbrauches erfolgen, denn auf diese Weise wird die beste horizontale Ausnutzung, die bei ebenerdig belegenen Acetylenzentralen ja fast ausschliefslich in Betracht kommt, erzielt. Ein Kessel von 4 bis 5 qm Heizoberfläche kann bis 30 m horizontal im Radius ausgenutzt werden.

Fig. 219.



Niederdruckdampfheizkessel nach Körting.

Ferner ist darauf zu achten, dafs das Kondenswasser ohne Stockung abfliefsen kann, demnach die Heizleitungen nicht zu eng genommen werden und dafs das Standrohr genügend Höhe hat, um auch bei unerwartet hoher Dampfentwicklung nicht unnütz Dampf durchzulassen. Die am nebenstehend abgebildeten Heizkessel (Fig. 219) befindliche kombinierte Standrohreinrichtung erübrigt die Anlage einer besonderen Standrohrgarnitur.

Fig. 220.



Rippenheizkörper.

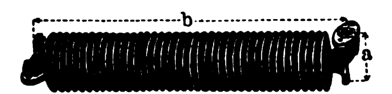
Die Beheizung der Räume durch Niederdruckdampf erfolgt durch Röhren, deren Gröfse je nach dem Wärmedarf des betr. Raumes, wie oben angegeben, zu berechnen ist. Anstatt Rohre verwendet man mit Vorteil Rippenheizkörper für Wärmeabgabe, welche in den verschiedenartigsten Ausführungen und Längen geliefert werden, z. B. gerade Rippenheizrohre (Fig. 220) in folgenden Ausführungen:

Lichte Weite mm	Baulänge m	Anzahl der Rippen	Äufserer Rippendurchmesser mm	Heizfläche qm	Ungefähres Gewicht kg
70	2	68	160	2,80	50
70	2	68	170	3,25	54
70	2	93	170	4	54
70	2	93	190	5	70
100	2	81	210	5	81

Auch S-Rohre (Fig. 221) der verschiedenartigsten Dimensionen können Verwendung finden.

Es empfiehlt sich, die Heizkörper mit Umlauf und Druckklappen

Fig. 221.



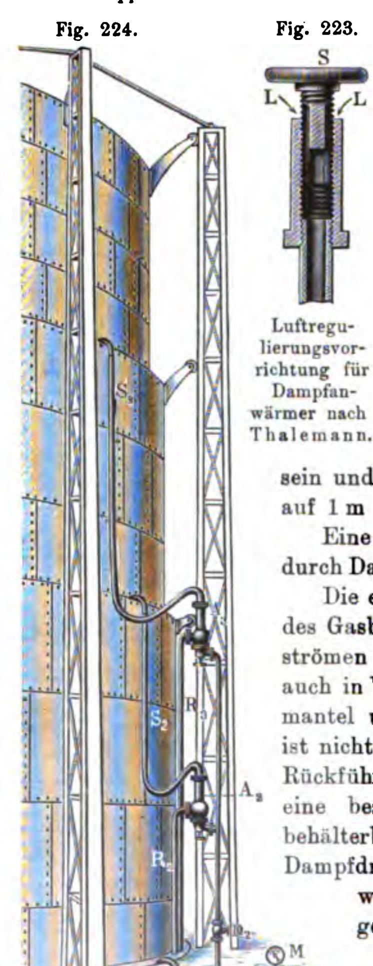
Rippenheiz-S-Rohr.

Fig. 222.



Dampfanwärmer System Thalemann.

Fig. 224. Fig. 223.



Luftregulierungsvorrichtung für Dampfanwärmer nach Thalemann.

Direkte Beheizung eines Gasbehälters nach Körting.

oder Regulierhähnen zu versehen, wodurch die Ein- und Ausschaltung derselben in verschiedenen Räumen ermöglicht wird.

Für die Wärmeabgabe der Heizrohre gelten folgende Zahlen: Es werden in der Stunde abgegeben pro 1 qm Rohrfläche

bei glatten Heizkörpern . 600 bis 700 W.-E.
bei gerippten Heizkörpern . 800 bis 1000 „

Die Kondenswasserleitung soll 0,4 bis 0,5 der Dampfleitung breit sein und ein Gefälle von mindestens 10 mm auf 1 m besitzen.

Eine direkte Beheizung des Gasbehälters durch Dampf kann in zweierlei Weise erfolgen. Die eine besteht darin, dafs auf den Boden des Gasbehälters eine Schlange zum Durchströmen von Dampf gelegt wird, die eventuell auch in Windungen den inneren Gasbehältermantel umkreist. Eine solche Einrichtung ist nicht besonders zu empfehlen, da für die Rückführung des Kondenswassers entweder eine besondere Durchbrechung des Gasbehälterbassins oder ein ziemlich hoher Dampfdruck, durch welchen das Kondenswasser über das äufsere Bassin hinweggehoben werden kann, erforderlich ist.

Praktischer erscheint die direkte Anwärmung des Behälterwassers, z. B. durch einen Körtingschen Dampfanwärmer, System Thalemann. Derselbe beruht auf dem Prinzip der Strahl-

apparate und besteht aus einem Düsenrohr mit Dampfeingang *D* und -austritt *A* (Fig. 222) nebst Luftregulieröffnung *L*. Mittels letzterer (Fig. 223) wird dem Dampfe eine bestimmte Menge Luft, die sich nach Lage des Ventils *S* und des Schlitzes *L* richtet, beigemengt und auf diese Weise eine vollständig geräuschlose Anwärmung des Wassers erzielt.

Der Anwärmer kann sowohl von aufsen als auch von innen angebracht und auch in die Rohrleitung eingehängt werden, wie dies z. B. aus Fig. 224 ersichtlich ist, in welcher die Beheizung eines teleskopierten Gasbehälters dargestellt wird, wo *A* (1 bis 3) die Anwärmer, *S* die Dampfzuleitungen, *R* die Wasserableitung, *D* die Dampfventile und *M* das Manometer bedeuten. Er wird in folgenden Gröfsen geliefert:

Nummer	Anzahl der Wärmeeinheiten, welche bei 3 Atm. Dampfdruck in der Stunde abgegeben werden[1]) W.-E.	Geringste Weite des Dampfrohres mm	Weite der Wasserrohre mm
1	50 000	10	40
2	100 000	13	50
3	200 000	19	70

Die weiteste Verwendung bei Acetylenzentralen hat die Warmwasserheizung gefunden. Dieselbe zeigt die Vorzüge einer kompendiösen Anordnung des Heizkessels, guter Wärmeausnutzung, leichter Bedienbarkeit und neben sonstigen Vorzügen der Niederdruckdampfheizung noch denjenigen billiger Anschaffungskosten.

Besonders empfehlenswert sind die sogen. Gliederkessel, welche hinreichende Stabilität und einen grofsen Wirkungswert neben sehr geringem Raumbedarf besitzen.

Der Strebelsche Gliederkessel (Fig. 225, äufsere Ansicht) z. B. besteht aus einer Reihe O-förmiger Glieder, deren Hohlräume (Fig. 226) zur Aufnahme von Wasser bestimmt sind. Diese Glieder stehen oben und unten durch eingeprefste Stutzen in durchgehender Verbindung miteinander und sind so ausgebildet, dafs bei ihrer Zusammensetzung zu Kesseln Rauchkanäle zwischen ihnen entstehen. Auf diese Weise wechseln in den Kesseln Wasserkanäle mit Rauchkanälen ab. Die Endglieder tragen die für die Bedienung erforderlichen Thüren und Reinigungsverschlüsse.

Der Kessel wird in folgenden Gröfsen geliefert:

---

[1]) Bei niedrigerem Druck fällt die Leistungsfähigkeit bis auf ein Viertel der angegebenen Gröfse.

Gliederzahl	4	5	6	7	8	9	10	11
Heizfläche . . . . . . qm	3	4	5	6	7	8	9	10
Wärmeleistung W.-E. normal . .	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000
Wärmeleistung W.-E. maximal .	36000	48000	60000	72000	84000	96000	108000	120000
Wasserinhalt . . . Liter	96	112	128	144	160	176	192	208
Koksfassung . . . . Liter	75	100	125	150	175	200	225	250
Aufsenmafse Breite . . . . m	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630
Aufsenmafse Länge . . . . „	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,125	1,250	1,375
Aufsenmafse Höhe . . . . . „	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
Schornsteindurchmesser, cm	20	20	25	25	25	30	30	30
Gewicht, verpackt etwa kg	540	650	760	870	980	1090	1200	1310

Für eine Gasanstalt mittlerer Gröfse genügt ein Kessel mit 5 bis 6 Gliedern.

Warmwasserleitungen in Acetylenzentralen werden in der für solche üblichen Weise angelegt; bei Errichtung der Gasanstalt ist auf gute, tiefe und dabei möglichst zentrale Lage des Kessels zu achten.

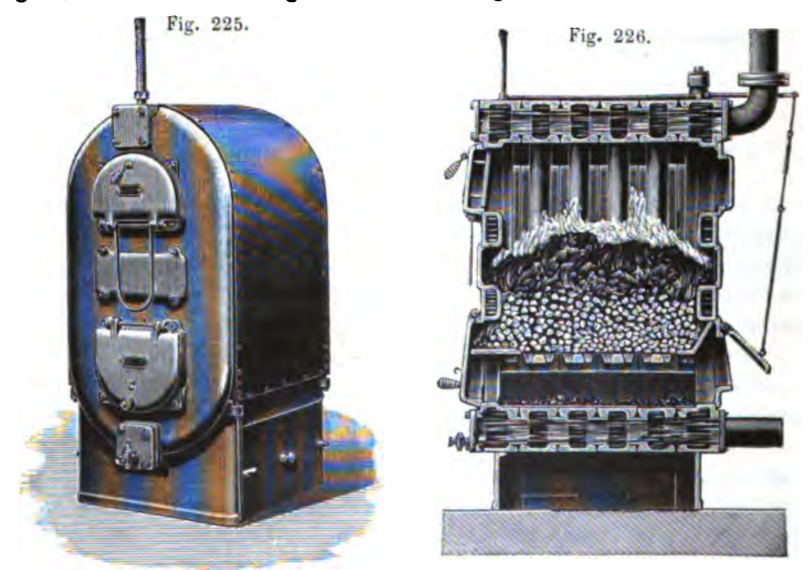


Fig. 225. Fig. 226.

Strebelscher Gliederkessel für Warmwasserheizung.

Die Beheizung ummauerter Gasbehälter erfolgt bei Anwendung von Wasserheizung zweckmäfsig durch Aufstellung von Heizkörpern im Raume; freistehende Gasbehälter erwärmt man in der Weise, dafs man das Wasser des Gasbehälters durch den Kessel zirkulieren läfst, wie aus Fig. 227 ersichtlich ist. Einen recht gut verwendbaren Warmwasserkessel mit grofsem Füllraum und erheblicher Leistungsfähigkeit zeigt Fig. 228, auf der in äufserer Ansicht der sogen. Rekordkessel dargestellt ist.

Die Zentralheizung der Anstaltsgebäude wird zweckmäſsig nur für diejenigen Räume eingerichtet, deren Wärmebedarf ein gleicher ist, also

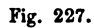
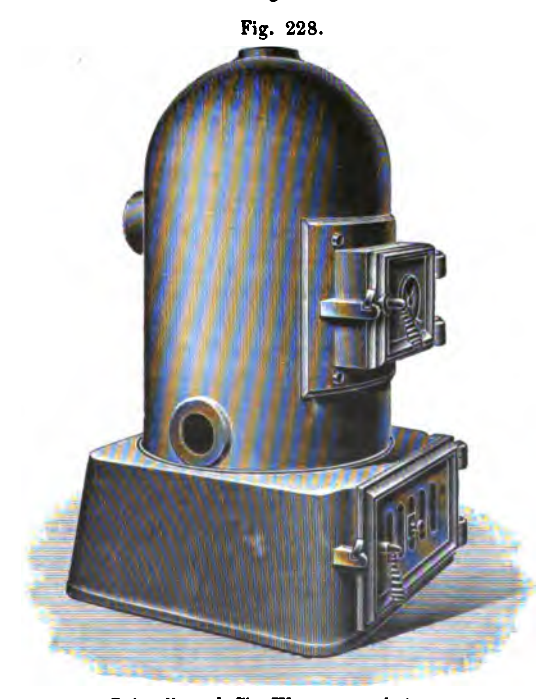


Fig. 227.



Zirkulationsheizung eines Gasbehälters.

Fig. 228.



Rekordkessel für Warmwasserheizung.

für Apparaträume, Gasbehälterraum u. s. w. Dieselben werden nur dann beheizt, wenn die Aufsenwärme so weit sinkt, dafs ein Einfrieren der Apparate möglich erscheint, also bei etwa — 3° Lufttemperatur. Freistehende Gasbehälter werden deshalb unter Umständen zweckmäfsig mit besonderen Heizkesseln versehen.

Für Comptoir, Werkstatt u. s. w. empfiehlt sich dagegen in allen Fällen die Anlage einer besonderen Heizung [1]) (z. B. Öfen).

Selbstverständlich müssen solche Räume, in denen sich eine eigene Feuerstätte befindet, von den übrigen Anstaltsräumen isoliert sein.

Lüftung.

Eine ausreichende Lüftung der Apparaträume soll die Möglichkeit geben, die sich etwa in denselben durch Entweichen von Gas bildenden Acetylen-Luft-Gemische möglichst schnell zu entfernen. Letzteres mufs derart geschehen, dafs eine vollständige Vermischung mit der Atmosphäre stattfindet und die Nachbarschaft weder belästigt noch gefährdet wird. Andererseits soll die Lüftung so eingerichtet sein, dafs hierdurch ein unbeabsichtigter Zutritt von Luftfeuchtigkeit, atmosphärischen Niederschlägen oder Grundwasser nicht erfolgen kann.

Die Zwecke, welche durch die Lüftung von Acetylenanlagen erreicht werden sollen, und die Bedingungen, denen dieselbe entsprechen mufs, ergeben das System, welches hierzu Anwendung finden kann.

Hauptgrundsatz bei Anlage von Acetylenzentralen ist, nach jeder Richtung dafür zu sorgen, dafs sich in den Apparaträumen Acetylen-Luft-Gemische überhaupt nicht bilden können. Alle diejenigen Apparate, Verbindungen u. s. w., bei denen ein unbeabsichtigtes Ausströmen von Gas möglicherweise erfolgen kann, müssen deshalb mit selbstthätig wirkenden, mit der Aufsenluft verbundenen Vorrichtungen versehen werden, mittels welcher das etwa entweichende Gas direkt abgeleitet werden kann, ohne erst in die Gasanstaltsräume gelangen zu können. Sämtliche Sicherheitsrohre sind deshalb direkt nach aufsen zu führen und zwar derart, dafs ein Rücktritt der abgeleiteten Gase nicht stattfinden kann. Eine besondere Lüftung des Raumes ist aber aufserdem im Hinblick darauf erforderlich, dafs Gasausströmungen unter Umständen auch dort stattfinden können, wo keine Sicherheitsrohre vorhanden sind, z. B. beim Herauslassen des Kalkschlammes. Acetylen ist leichter als Luft, es besitzt deshalb einen Auftrieb nach oben. Da aber der Unterschied in den specifischen Gewichten [2]) nur ein geringer ist, so ist die Ableitung des Acetylens aus dem Raume durch Saugwirkung zu unterstützen, sei es durch Anwendung langer, nach oben gerichteter Ableitungsrohre, sei es durch Verwendung besonderer Vorrichtungen.

Dies macht aber in den meisten Fällen eine künstliche Zuführung von Luft entbehrlich, da die saugende Wirkung der Ableitungsrohre

---

[1]) Vergl. weiter unten „Bureau“, S. 598. — [2]) Vergl. S. 138.

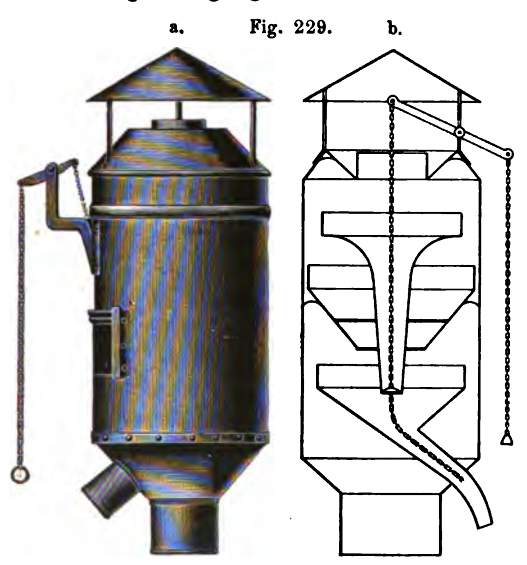
bereits genügt, um eine Lufterneuerung im Raume zu veranlassen. Immerhin werden auch bei Zentralen Luftzuführungsöffnungen angelegt. Doch mufs hierbei beachtet werden, dafs durch zweckmäfsige Verlegung im Mauerwerk die zuströmende Luft bereits vorgewärmt eintritt.

Sicherheitsrohre bedürfen einer Vorrichtung zum Ansaugen nicht, da der bei Gasausströmungen herrschende Überdruck in den Apparaten eine genügende Gasableitung bewirkt.

Bei der Anlage der Ventilation müssen, entsprechend den speziellen Zwecken, noch folgende Ausführungsbedingungen erfüllt werden:

Die Lufterneuerung mufs eine genügende sein, indem nicht nur das etwa in den Raum eingetretene Acetylengas schnell abgeleitet wird, sondern auch ein steter Luftwechsel im Raume stattfindet. Es ist zu verlangen, dafs stündlich mindestens zweimal ein vollkommener Luftwechsel in den Apparaträumen möglich ist, namentlich in denjenigen, in denen die Entwickler aufgestellt sind. Ferner ist eine solche Anordnung sowohl der Sicherheitsrohre als auch der Entlüftungsvorrichtungen zu verlangen, dafs das entweichende Acetylen-Luft-Gemisch nicht nur nicht in den Schornstein gelangen, sondern auch bei ungünstigster Windrichtung nicht von etwaigen Funken des Schornsteins entzündet werden kann. Es ist deshalb zweckmäfsig (vergl. Fig. 210), das Sicherheitsrohr in einen gemauerten Schornsteinaufsatz mit Funkenfänger und Saugkopf münden zu lassen oder den Schornstein mit einem Aschen-, Rufs- und Funkenfänger zu versehen, wie ein solcher z. B. in Fig. 229 (System Hanisch) dargestellt ist. Die Wirkung desselben ist aus der Schnittzeichnung ersichtlich.

a. Fig. 229. b.



Asche-, Rufs- und Funkenfänger für Schornsteine.

Die Entlüftung der Räume kann in mannigfaltigster Weise erfolgen.

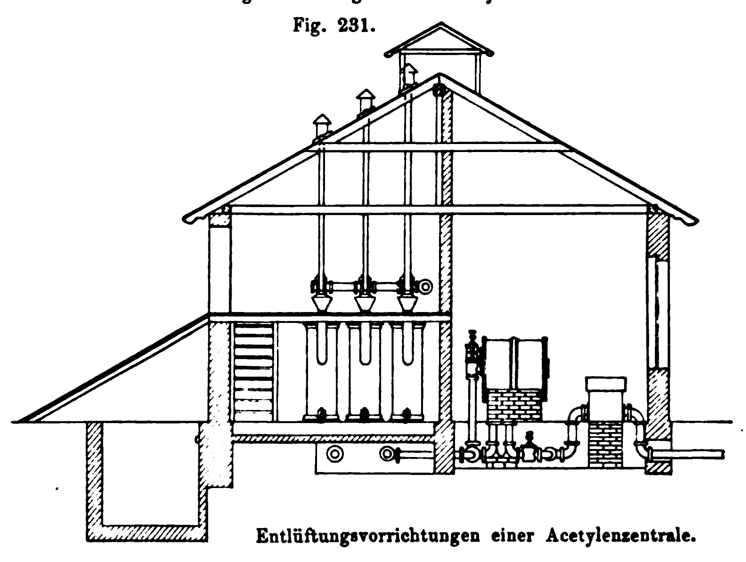
Vielfach üblich ist die Anwendung eines Dachaufsatzes in Form eines Satteldaches mit jalousieartig eingerichteten Seitenwänden (Fig. 207 und 214, ferner Fig. 230 und 231, Zentralen der Allgemeinen Carbid-

Fig. 230.

L

Entlüftungsvorrichtungen einer Acetylenzentrale.

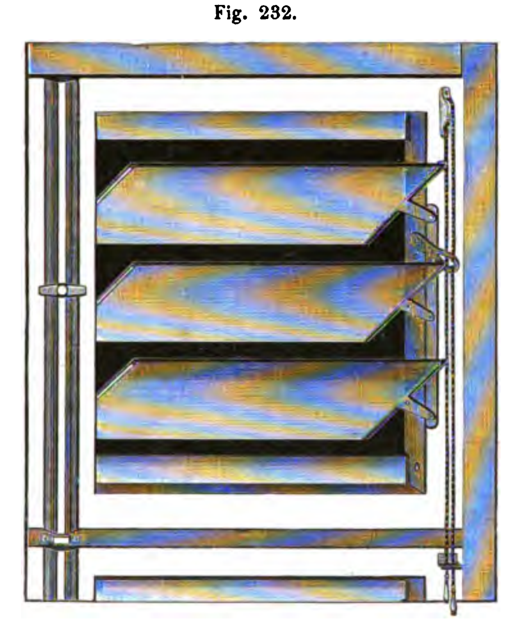
Fig. 231.



Entlüftungsvorrichtungen einer Acetylenzentrale.

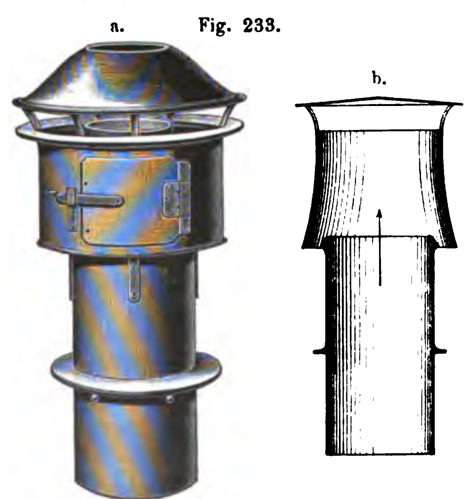
und Acetylen-Gesellschaft). Der Aufsatz wird entweder direkt auf das Dach aufgesetzt oder, falls der Raum mit einer Balken- resp. Deckenlage überdeckt ist, vermittelst eines durchgehenden Entlüftungsschlotes mit demselben verbunden (Fig. 207). Die Jalousien sind zweckmäßsig verstellbar und regulierbar einzurichten (Fig. 232). Die Entlüftung des Raumes wird dadurch befördert, daſs dessen Thüren oder Fenster ebenfalls mit Jalousievorrichtungen versehen werden, doch hat letzteres derart zu geschehen, daſs ein etwa entstandenes Acetylen-Luft-Gemisch nicht aus dem Fenster oder durch die Thür entweichen kann. Wie aber auch der Aufsatz beschaffen sei, stets ist es notwendig, ihn mit einem Regendach zu überdecken.

Fig. 232.



Jalousieen an Ventilationsaufsätzen.

Fig. 233.



Deflektor nach Wolpert.

Noch viel günstiger als Dachaufsätze wirken die in Acetylenzentralen leider zu wenig benutzten Deflektoren, d. h. Aufsätze, die nicht nur gegen Regen u. s. w. Schutz gewähren, sondern auch gleichzeitig durch Saugwirkung die Entlüftung unterstützen. Fig. 233 und Fig. 234 stellen zwei Systeme von gebräuchlichen Deflektoren (System Wolpert) dar, welche vermöge der eigenartigen, aus der Zeichnung ersichtlichen Konstruktion eine gute Saugwirkung sowohl bei Sonnenschein als auch bei jeder Windrichtung ausüben.

Die Ableitungsrohre der Sicherheitsvorrichtungen können in verschiedener Weise ausmünden. Zur besseren Sicherung derselben gegen etwaige Einflüsse der Nachbarschaft werden sie zweckmäfsig in den Ventilationsaufsatz des Gebäudes bezw. des Apparatraumes geführt (Fig. 210 und Fig. 230); doch ist gegen eine Anordnung, wie sie in Fig. 213 und Fig. 231 dargestellt ist, nichts einzuwenden, sofern die Sicherheitsrohre, wie dies dort der Fall ist, durch Regenaufsätze gegen Eindringen atmosphärischer Feuchtigkeit gesichert sind.

a. Fig. 234. b.



Deflektor nach Wolpert.

Nicht zu empfehlen ist dagegen die Anordnung wie in Fig. 207, bei der die Auslässe in den Raum zwischen Dach und Decke münden und das entweichende Gas von dem Abzug des Apparatraumes abgeleitet werden soll.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, dafs die Ausmündungen der Entlüftungseinrichtungen höher angeordnet werden, als die nicht geschützten Mündungen benachbarter Schornsteine reichen und dafs ferner die entweichenden Gasgemische weder in benachbarte Räume gelangen, noch in die entlüfteten Räume selbst zurückkehren können.

Über die Sicherheitsmafsregeln mit Rücksicht auf die Beleuchtung des Anstaltsgebäudes ist an anderer Stelle [1] berichtet.

Bewässerung.

Einige der mit Acetylenzentralen versehenen Ortschaften besitzen eigene Wasserwerke, so dafs die Wasserversorgung der Anstalt von letzteren aus erfolgt. In vielen Fällen ist jedoch für eigene Wasserzuführung zu sorgen. Die Beschaffung des Wassers selbst bietet meist keine Schwierigkeiten, da zur Carbidzersetzung Wasser jeder Beschaffenheit verwendet werden kann. Immerhin ist auf einen gewissen Reinheitsgrad desselben, namentlich auf Freisein von festen, sandigen Bestandteilen zu achten, da solche zur schnellen Abnutzung der Pump-

[1] Vergl. S. 514 u. f.

vorrichtungen und in gewissem Grade auch zur Verschlechterung der Qualität des erhaltenen Kalkes beitragen.

Die Wasserverteilung erfolgt von einem Behälter (Reservoir) aus, welches zumeist aus Schmiedeeisen in Kesselblecharbeit hergestellt und so angebracht wird, wie es in Fig. 206 a und Fig. 210 ersichtlich ist.

Das Reservoir ist entweder mit einem Überlaufrohr mit sichtbarem Auslauf versehen oder besitzt ein Schwimmerventil, das den Wasserzuflufs schliefst, wenn das Wasser eine gewisse Höhe erlangt hat.

Der Wasserbehälter wird so grofs genommen, dafs er etwa doppelt so viel Wasser fafst wie der Entwickler.

Die Wasserverteilung erfolgt vom Behälter aus direkt oder durch Vermittelung von Niveaukästen [1]) zu den Entwicklern; aufserdem sind Wasserleitungen vorzusehen zu allen Stellen, die von Zeit zu Zeit gewaschen werden müssen, und ferner dorthin, wo Wasserverschlüsse u. s. w. vorhanden sind, oder wo sonstiger Wasserverbrauch, wie bei Anwendung von Motoren, stattfindet.

Die Wasserzuführung zum Behälter erfolgt, wenn ein Wasserwerk nicht vorhanden ist, vermittelst Pumpen, zumeist durch Handbetrieb. Es sind sowohl Flügelpumpen wie auch Kolbenpumpen im Gebrauch. Von Flügelpumpen finden vielfach Verwendung die vierfach wirkenden Allweilerpumpen, von den Kolbenpumpen die doppeltwirkende Saug- und Druck-„California“pumpe (von Körting). Diese Pumpen werden auch für Motorbetrieb verwendet.

Als Motor wird bei solchen Anlagen fast ausschliefslich ein Acetylenmotor verwendet; die Pumpen für Kraftbetrieb sind ganz besonders geeignet für die Wasserhebung, da sie einerseits in viel geringerer Zeit das Füllen des Behälters bewerkstelligen, andererseits auch eine grofse Ersparnis an Ausgaben gestatten. Bei Annahme eines Tagelohnes von 2,00 Mk. und eines Selbstkostenpreises von 1,50 Mk. für 1 cbm Acetylen stellen sich die Wasserförderungskosten mit Handbetrieb und Kraft-(Acetylenmotor-)betrieb ungefähr wie 3 : 1.

Entwässerung und Blitzschutz.

Wie schon wiederholt erwähnt [2]), spielt die Entwässerung des Anstaltsgebäudes eine wichtige Rolle; einerseits ist es notwendig, überflüssige und unerwünschte Feuchtigkeit fern zu halten, weil die Apparate in trockener Luft weniger angegriffen werden als in feuchter, andererseits gebietet die Natur [3]) des verwendeten Rohmaterials, des Carbides, eine Fernhaltung überflüssigen Wasserzutrittes.

Über die Abhaltung des Grundwassers ist bereits im Kapitel „Fundamente“ [4]) gesprochen worden. Es handelt sich deshalb hier

---

[1]) Vergl. S. 539 u. f. — [2]) Vergl. S. 489, 492. — [3]) Vergl. weiter unten „Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid u. s. w.“. — [4]) Vergl. S. 492.

nur um Besprechung derjenigen Vorrichtungen, welche zur Ableitung der atmosphärischen Niederschläge und des Gebrauchswassers dienen. Regen, Schnee u. s. w. werden auf gewöhnlichem Wege durch Dachrinnen, Abfallrohre oder Traufen weggeschafft. Dabei ist zu beachten, dafs das abfliefsende Wasser nicht etwa in tieferliegende Räume des Anstaltsgebäudes (Carbidlager, Heizraum u. s. w.) gelangen kann und dafs ferner eine möglichst vollständige Entwässerung der ganzen Dachfläche stattfindet (vergl. Fig. 235, Gasanstalt Helgoland). Diese letztere Forderung bedingt, dafs man frei aufliegende, weit hinab gedrückte Rinnen verwenden mufs, deren Befestigung Fig. 236 zeigt.

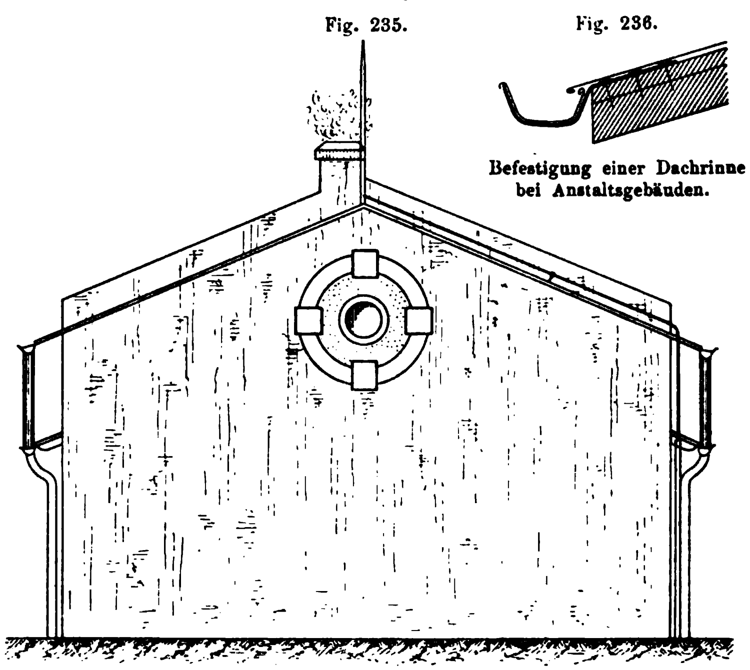


Fig. 235. Fig. 236.

Befestigung einer Dachrinne bei Anstaltsgebäuden.

Entwässerungs- und Blitzschutzeinrichtung des Anstaltsgebäudes in Helgoland.

Als Material der Dachrinnen soll Zinkblech nicht unter 0,75 mm Stärke verwendet werden, schwereres Material ist zu empfehlen. Da Gasanstaltsgebäude gewöhnlich frei gelegen und dem Sturme u. s. w. leicht ausgesetzt sind, so ist eine Sicherung der Rinnenbefestigung in vielen Fällen nötig; es empfiehlt sich, Bandeisenstreifen anzuwenden, die an die Dachsparren genagelt, über die Rinne fortgreifend den oberen Rand der Vorderseite festhalten und die sogen. Schutzbleche anzubringen, welche dazu dienen, dem Sturm den Zutritt zu dem Raume zwischen Rinnenboden und Auflagerungsfläche zu versperren. Die Rinne selbst kann sowohl als flache wie auch als Kastenrinne ausgebildet sein.

Gebrauchswasser kommen in Betracht zur Zersetzung des Carbides, zur Füllung der Wäscher und der Wasserverschlüsse, zur Speisung der Warmwasseranlage, sowie zur Reinigung der Anstalt und der Apparate.

Zur Ableitung gelangen hiervon das Zersetzungs-, Wasch- und Reinigungswasser, und zwar ersteres in Form von Kalkschlamm, die anderen als Schmutzwasser, von denen das Waschwasser stark ammoniakhaltig ist. Die Entfernung des Kalkschlammes mufs derart erfolgen, dafs einerseits eine Verstopfung möglichst vermieden wird, andererseits eine möglichst gute Abdichtung des Schlammkanals gegen die Anstaltsräume stattfindet. Die dazu dienenden Kanäle sind für gewöhnlich nur von geringer Länge, weil bereits bei Errichtung der Gasanstalt darauf Rücksicht zu nehmen ist, dafs die Aufstellung der Entwickler möglichst nahe an der Kalkgrube erfolgt.

Die Kanäle können sowohl als offene, als auch als geschlossene (Rohr-) Leitungen ausgebildet sein. Ihre Breite soll nicht unter 300 mm, die Höhe unter 200 mm sein [1]).

Geschlossene Kanäle können aus Gufseisen, Thon, Blei oder Cement gefertigt werden. Die Rohre sollen nicht unter 125 mm im Durchmesser sein. Die gufseisernen Rohre können sowohl in der schwereren deutschen, als auch in der leichteren englischen Ausführung, Thonrohre und Cementrohre nur bei durchgehender solider Auflagerung verwendet werden.

Bei Benutzung von Rohren ist stets dafür Sorge zu tragen, dafs besondere Façonstücke mit Reinigungsöffnungen in genügender Zahl und Weite eingesetzt werden.

Es ist nicht ratsam, bei Aufstellung mehrerer Entwickler, die Entschlammung durch e i n e n Kanal ausführen zu lassen, in den die Schlammrohre der Apparate münden. Vielmehr ist es vorteilhafter, die Entfernung des Schlammes aus jedem Entwickler durch einen b e s o n d e r e n Kanal auszuführen.

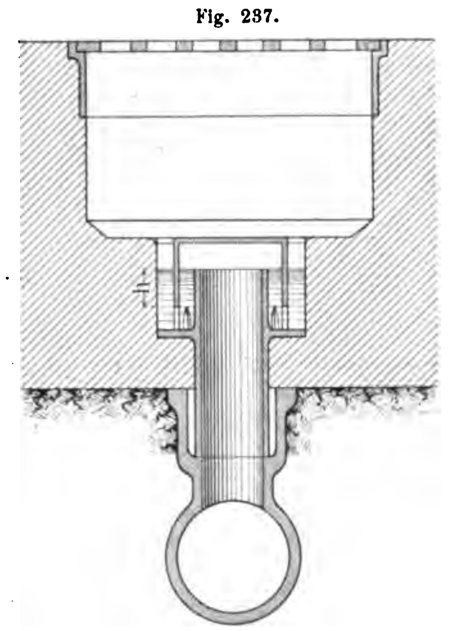
Das Gefälle mufs sowohl für offene Kanäle wie für geschlossene Rohre stets ein recht grofses sein [2]), mindestens 1 : 20; Krümmer sind möglicht zu vermeiden, wo dies nicht angängig ist, müssen solche mit Reinigungsöffnungen und Klappen oder Schraubenverschlüssen eingesetzt werden. Die Entfernung des Schmutzwassers erfolgt in für solche Zwecke üblicher Weise, jedoch vorteilhaft an einer anderen Stelle als die Entfernung des Schlammes. Wie schon bei Besprechung der Fufsbodenausführung des Gasanstaltsgebäudes bemerkt wurde [3]), ist die Wasserableitung eines jeden Raumes möglichst in der Weise zu bewirken, dafs sich alle im Raume entstehenden verunreinigten oder überlaufenden Brauchwasser infolge entsprechender Neigung des Fufsbodens in einem an der tiefsten Stelle befindlichen kleinen Gully ansammeln können, von dem sie dann abgeführt werden. Nach diesem

[1]) Näheres darüber vergl. S. 541. — [2]) Vergl. S. 544. — [3]) Vergl. S. 495.

Gully können auch die Überlaufrohre von Kondenstöpfen der verschiedenen Apparate u. s. w. geführt werden.

Das Ableitungsrohr aus diesem Gully wird zweckmäfsig mit einem Geruchverschlufs versehen, etwa in Form eines Glockenverschlusses (Fig. 237). Zur Ableitung können sowohl gufs- als auch schmiedeeiserne Rohre Verwendung finden, doch soll der Durchmesser nicht unter 65 mm und das Gefälle nicht unter 100 mm pro laufenden Meter betragen.

Fig. 237.



Gully mit Glockenverschlufs.

Ist das Gasbehältergebäude isoliert belegen, so erfolgt die Ableitung der atmosphärischen Niederschläge u. s. w. in ähnlicher Weise wie bei Gasanstaltsgebäuden. Es ist ratsam, auch offenstehende Gasbehälter mit einem Schutzdach zu versehen, welches genügend entwässert wird, um zu verhindern, dafs Regenwasser u. s. w. in den Gasbehälterraum gelangen. Besonders wichtig ist dieser Umstand, wenn als Sperrwasser Lösungen von Salzen verwendet werden, welche als Frostschutzmittel[1]) dienen und deshalb durch Verdünnung nicht an Wirksamkeit verlieren dürfen.

Der Blitzschutz des Anstaltsgebäudes beschränkt sich in den meisten Fällen auf eine Sicherung des Hauptgebäudes (Fig. 235), weil solche auch für den etwa isoliert stehenden Gasbehälter ausreicht. Die Anlage erfolgt in der üblichen Weise. Auf eine isolierte, von den Dachtraufen u. s. w. getrennte, tiefliegende Ableitung ist besonderes Gewicht zu legen.

Beleuchtung.

Die künstliche Beleuchtung von Acetylengasanstalten ist in den meisten Staaten durch gesetzliche Verordnungen oder Vorschriften interessierter Körperschaften (Feuersocietäten, Versicherungsgesellschaften u. s. w) geregelt. Übereinstimmend wird darin die Innenbeleuchtung der zur Aufbewahrung von Carbid sowie zur Erzeugung und

[1]) Vergl. S. 353.

Aufbewahrung von Acetylengas dienenden Räume verboten. Allerdings gestatten z. B. die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke in Deutschland für Innenbeleuchtung die Benutzung elektrischer Glühlampen, sofern dieselben in ihrer Anlage und Unterhaltung den vom Verbande Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Sicherheitsvorschriften entsprechen, d. h. sogen. wasserdichte Armatur besitzen (doppelte, abgedichtete Birne u. s. w.), die Leitungen gut isoliert (Bergmannrohre u. dergl.) und sämtliche Schaltapparate nebst Sicherungen aufserhalb der Räume angeordnet sind.

Das sonst allgemein übliche Verbot der Verwendung auch dieser an sich durchaus einwandsfreien Innenbeleuchtungsart ist aber praktisch belanglos, da in Ortschaften mit Acetylenzentralen fast immer die Gelegenheit fehlt, eine elektrische Beleuchtung des Anstaltsgebäudes zu unterhalten.

Als allein zugelassene Beleuchtungsart verbleibt die Aufsenbeleuchtung [1]). Die Zweckbestimmung derselben erfordert, dafs sie gegen das Innere des Gebäudes zuverlässig abgeschlossen ist. Für gewöhnlich genügt es, wenn die Beleuchtung vor einem fest verkitteten, nicht zu öffnenden Fenster angebracht ist. Als Glassorte ist das sogen. Hartprefsglas oder sogen. rheinisches Glas, doch nicht unter $^6/_4$, d. h. 3 mm Dicke zu empfehlen.

Es ist manchmal notwendig, Aufsenbeleuchtung an solchen Wänden anzubringen, welche infolge grofser Nähe von Wohnhäusern oder aus sonstigen Gründen als Sicherheitsmauern ausgebildet sein müssen. In diesem Falle mufs der Abschlufs der Aufsenflamme gegen das Gebäude durch Siemens' Drahtglas [2]) erfolgen. Das Einsetzen solcher Scheiben darf nur in eisernen Rahmen erfolgen, auch können dieselben durch Cement direkt in die Mauer eingelegt werden.

Die Auswahl des Platzes für die Aufsenbeleuchtung richtet sich nach dem Aufstellungsort der Apparate. Durchaus notwendig ist es, dafs die künstliche Beleuchtung eine ungehinderte Bedienung der Entwickler, d. h. der Carbidzuführung bei Nacht ermöglicht, doch auch sonst soll dieselbe so beschaffen sein, dafs alle Räume des Apparathauses und ebenso auch des Carbidlagers erleuchtet werden können.

Von Wichtigkeit ist es auch, dafs die Aufsenbeleuchtung eine Kontrolle der Manometertafel und des Gasbehälteranzeigers gestattet.

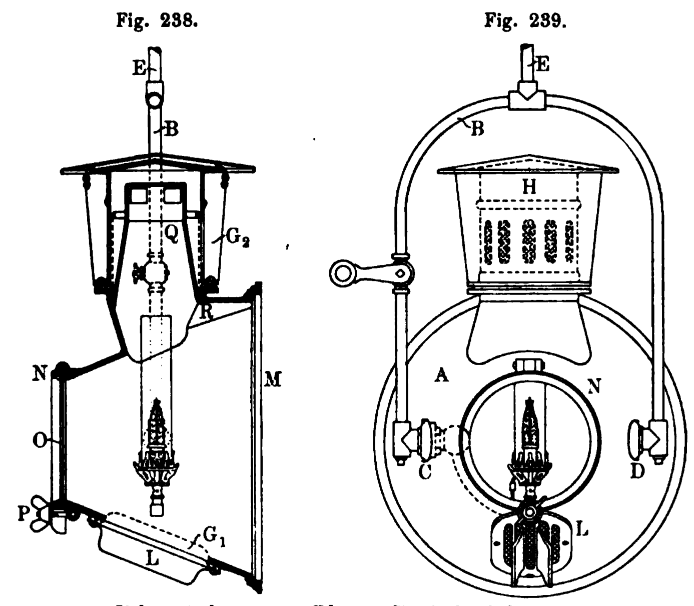
Über die den verschiedenen Anforderungen angepafste Aufstellung der Beleuchtungskörper geben die Fig. 238 bis 241 ohne weiteres Aufschlufs. Dieselbe mufs in jedem Falle derart stattfinden, dafs etwa aus der Gasanstalt, den Schlammableitungsrohren oder sonstwie entströmendes Acetylen nicht zur Flamme gelangen kann.

Dies ist um so wichtiger, als es bis jetzt noch keine zuverlässigen Sicherheitslampen giebt, welche im stande wären, die Fortschreitung

[1]) Vergl. auch S. 344. — [2]) Vergl. S. 497.

der Explosion eines Acetylen-Luft-Gemisches in einwandsfreier Weise zu verhindern [1]). Immerhin ist es empfehlenswert, die Aufsenbeleuchtung in genügend gesicherten Laternen oder sonstigen Schutzvorrichtungen unterzubringen, schon um ein Versagen derselben bei Wind, Regen u. s. w. zu vermeiden. Allgemein werden hierfür sogen. Sicherheitslampen angewendet, wie sie sich bei Steinkohlengasanstalten gut bewährt haben. Fig. 238 und 239 stellen eine Sicherheitslaterne von Elster dar, welche zur Aufsenbeleuchtung für Apparaträume von Gasanstalten gebraucht wird. Sie besteht aus einem gufseisernen, innen weifs emaillierten Gehäuse A. Die Luft wird unten durch ein messingenes Drahtgewebe G_1 zugeführt, welches gewölbt angeordnet ist zur Verteilung des Luft-

Fig. 238. Fig. 239.



Sicherheitslampe von Elster für Aufsenbeleuchtung.

stromes. Unter diesem Siebe ist zum Schutze noch ein weiteres angeordnet, welches durch einen rostartigen Rahmen L am Gehäuse A angeschraubt wird. Zwischen beide Siebe ist eine Siebstütze gebracht, welche das gewölbte Sieb vor dem Eindrücken beim Putzen schützt.

Die Abführung der Verbrennungsprodukte findet durch eine geschlitzte Haube H statt, mit einer Siebanordnung G_2, innerhalb welcher zum Schutz gegen Windstöfse deflektorartige Klappen Q angeordnet sind. Vorn an der Basis des Trichters ist eine Scheibe M dicht eingekittet, welche zur Vermeidung von Spannungen möglichst lose einzupassen ist; am hinteren Deckel N befindet sich eine in gleicher Weise

[1]) Vergl. Caro, Verhandlungsbericht über die IV. Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 242.

angebrachte Glasscheibe O. Letztere kann für den Fall klar sein, wenn auch der Hof erleuchtet werden soll. Der hintere Deckel N ist als Thür ausgebildet und vermittelst Asbestschnur an das Gehäuse A dicht angepreſst. Der Druck wird durch eine an einem Scharnier hängende Überfallschraube P mit Flügelmutter ausgeübt.

Die Gaszuführung geschieht durch eine Hälfte des Bügels B; die andere Hälfte ist ein toter Strang, der aber nötig ist, um der Lampe eine horizontale Drehachse CD zu verschaffen; diese gestattet, die Laterne im Bügel zu kippen, um das Licht auf höhere oder tiefere Stellen im Raume richten zu können; in der vertikalen Achse ist durch Drehung im Aufhängepunkte E eine seitliche Richtung des Scheines zu erreichen. Wegen der atmosphärischen Niederschläge ist ein Schutz des oberen Siebes durch eine besondere Regenkappe vorgesehen, welche auf der Haube H festgeklemmt wird. Zugleich mit einer Anwärmung des Siebes erreicht man hierdurch bei Regen einen Schutz gegen das Zusetzen mit Wasser, wodurch ebenfalls ein Verruſsen hervorgebracht werden kann. Entstandener Ruſs läſst sich vom Reflektor durch Seifensteinlösung, aus den Sieben durch Ausblasen oder mit einem Borstenpinsel entfernen. Diese Reinigung soll regelmäſsig von Zeit zu Zeit geschehen.

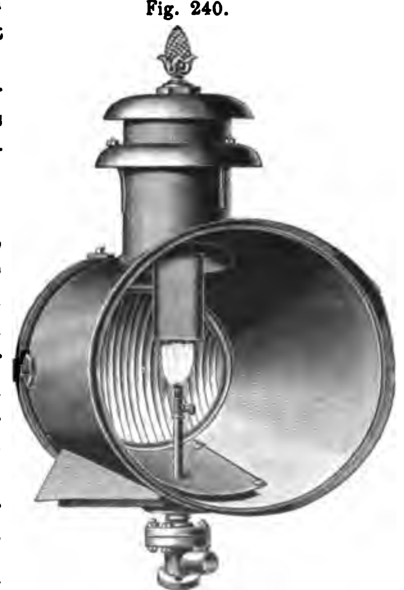
Zur Verstärkung des Lichtes soll nicht ein polierter Metallreflektor benutzt werden, weil dessen reflektierende Fläche das Auge blendet, sondern eine zweckmäſsig geformte, weiſs emaillierte Fläche, welche ein zusammengehaltenes, aber doch mildes Lichtintervall aussendet. Zur Verhütung von Unfällen durch Blendung des Auges ist dies nicht ohne Bedeutung.

Die in der Konstruktion ähnliche Sicherheitslaterne von Julius Pintsch zeigt Fig. 240 in Auſsenansicht.

Eine zweckentsprechende Auſsenbeleuchtung wird erreicht, wenn man die Flamme in dem Raume eines Doppelfensters anbringt, dessen innere Scheibe stets verschlossen resp. verkittet ist, während an der äuſseren ein kleiner, nach auſsen führender, mit Regendach ausgerüsteter Abzug und eine Luftzutrittsöffnung angebracht ist [1]).

Um eine besonders gute, für alle Fälle ausreichende Sicherheits-

Fig. 240.

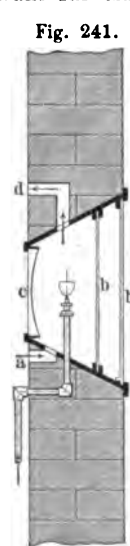


Sicherheitslampe von Pintsch für Auſsenbeleuchtung.

[1]) Caro, Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung von Acetylenapparaten, Berlin 1902, S. 48.

beleuchtung zu schaffen, empfiehlt es sich, die Flamme (Fig. 241) nach einer etwas modifizierten Angabe von Schilling [1]) in einer Mauernische unterzubringen und von dem Apparatraume durch zwei fest eingekittete Scheiben *bb* zu isolieren. Nach aufsen ist die Mauernische abgeschlossen durch eine dicht schliefsbare Thür *c*, die Ableitung der Verbrennungsgase erfolgt durch ein mit doppeltem Drahtsieb gesichertes Rohr *d*. Die Luftzuführung geschieht durch das Rohr *a*, welches so angeordnet ist, dafs die Luftentnahme an einer Stelle erfolgt, welche vor dem Zutritt eines Acetylen-Luft-Gemisches durchaus gesichert ist. Unter Umständen ist es notwendig, dieses Rohr durch die Mauer eines Nachbargebäudes oder dergl. zu verlegen, man hat aber dann die Gewähr für eine volle Betriebssicherheit der Beleuchtungsanlage.

Fig. 241.



Sicherheits-Aufsen-beleuchtung.

Die an sich geringen Dimensionen der Beleuchtungskörper erfordern eine Verstärkung der Leuchtkraft durch Anbringung von Reflektoren oder dergl. Die Beleuchtung selbst kann mit den verschiedensten Leuchtmaterialien erfolgen. Für gewöhnlich wird hierzu natürlich Acetylen selbst verwendet, doch ist es in jedem Falle erforderlich, die Möglichkeit zu haben, in der Laterne eine mit anderem Leuchtmaterial gespeiste Vorrichtung anbringen zu können. Die Beleuchtungskörper, welche für Acetylenlicht eingerichtet werden, müssen deshalb stets die Anbringung einer Petroleumlampe, Kerze oder dergl. gestatten. Für gewöhnlich genügt es, wenn zu diesem Zweck der Boden der Laterne mit einer Vorrichtung (Tülle) versehen ist, in die sowohl eine Kerze, als auch ein Petroleum-, Spiritus- oder dergl. Behälter eingebracht werden kann.

In den Fällen, wo ein Betreten der Apparaträume nach stattgehabter Gasausströmung unbedingt notwendig ist, bediene man sich lediglich kleiner elektrischer tragbarer Glühlampen mit Accumulatoren oder Trockenelementbatterie. Namentlich die letzteren sind neuerdings zu ungemein billigen Preisen auf den Markt gekommen und können zu kurzer Beleuchtung der Räume vorteilhaft Verwendung finden.

Die Aufsenbeleuchtung ist überall da anzubringen, wo eine strenge Isolierung der betreffenden Räume von offenen Flammen durch das Interesse der öffentlichen Sicherheit geboten erscheint.

Es sind deshalb sämtliche Apparaträume, Gasbehälterraum, Carbidlager u. s. w. mit Aufsenbeleuchtung zu versehen. Dagegen können Räume, die an sich von den eigentlichen Gasanstaltsräumen getrennt sind, mit Innenbeleuchtung ausgerüstet werden, so z. B. Motorraum, Heizraum, Werkstatt, Comptoir u. s. w. Die Anbringung der Innen-

[1]) Schaars Gaskalender 1903, S. 89 (vergl. auch Fig. 122, S. 344).

lampen hat hier derart zu erfolgen, dafs die Arbeitsplätze und Arbeitsstätten genügend hell erleuchtet sind, namentlich ist dies in Bezug auf den Heizraum von Wichtigkeit, welcher, um den Kessel im Betriebe zu erhalten, im Winter auch abends und bei Nacht betreten wird.

Aufser der Beleuchtung der Gasanstaltsräume kommt bei Zentralen noch die Beleuchtung des Gasanstaltsgeländes in Betracht. Dieselbe wird für gewöhnlich durch übliche Strafsenlaternen ausgeführt, doch ist auch hierbei zu beachten, dafs nicht etwa aus der Anstalt, den Kalkgruben u. s. w. entströmende Acetylen-Luft-Gemische an eine der Laternen herantreten und auf diese Weise die sonst getroffenen Sicherheitsmafsnahmen illusorisch gemacht werden können.

Als allgemeine Regel für die Beleuchtung der Gasanstaltsgebäude gilt, dafs die Beleuchtungseinrichtungen stets betriebsfertig sein müssen, um bei der geringsten Störung des Betriebes nötigenfalls sofort in Funktion treten zu können.

Die Apparate der Acetylenzentralen.

Bei der technischen Ausführung der Apparate, Rohrleitungen u. s. w. in Acetylenzentralen, ist eine Reihe besonderer Bedingungen zu erfüllen, welche bei Errichtung der mit Steinkohlengas oder anderen gasförmigen Beleuchtungsstoffen gespeisten Anlagen vielleicht keine oder doch nur eine untergeordnete Rollen spielen.

Die besondere Natur des Acetylengases, seine in konzentrierter Form dargebotene Heiz- und Leuchtkraft und der dadurch bedingte hohe materielle Wert der Volumeneinheit, ferner seine besonderen chemischen und physikalischen Eigenschaften bedingen bei der Ausführung von Acetylenzentralen die Einhaltung gewisser feststehender Mafsnahmen, um eine technisch vollendete Beleuchtung und einen gefahrlosen Betrieb zu erhalten.

Der Betrieb einer Acetylenzentrale soll ein einfacher, durchaus gefahrloser sein. Ferner soll ein stets für alle Verwendungszwecke des Acetylens geeignetes Gas zu einem wirtschaftlich gerechtfertigten Preise geliefert werden. Das erzeugte Gas soll nicht nur in offenen Brennern, sondern auch in den erheblich ökonomischeren Glühlichtbrennern Anwendung finden können, ebenso auch in Heizkörpern und Motoren.

Alle diese Verwendungsarten sind möglich, wenn das gelieferte Acetylen rein ist, weil es in diesem Zustande nicht nur ohne weiteres für alle Zwecke direkt, sondern auch gemischt mit anderen Gasen und Dämpfen verwendet werden kann. Unter „Reinheit“ des Gases ist dabei zu verstehen, dafs es frei ist von den dem Carbid entstammenden Verunreinigungen, wie Schwefel, Phosphor u. s. w. einerseits, von Luft andererseits. Diese Reinheit des Gases mufs bei seiner Verteilung und bei der Zuführung an die Konsumenten vollkommen gewahrt bleiben.

Entsprechend dieser grundsätzlichen Forderung sind auch die Maſsnahmen zu treffen für die Erzeugung, Fortleitung und Abgabe des Acetylens.

Für die Einrichtung der gesamten Apparatur ist deshalb der Gesichtspunkt von besonderer Wichtigkeit, daſs in keinem Stadium der Erzeugung oder Verteilung Luft zutreten kann, d. h. absolute Dichtigkeit ist erstes Erfordernis.

Lufthaltiges Acetylen kann z. B. nicht in Glühlichtbrennern angewendet werden, es übt auf Leitungen und Apparate ungünstigere Einflüsse aus als luftfreies, es ist unökonomischer und gefährlicher als reines Gas.

Die Erzeugung von Acetylen muſs deshalb so erfolgen, daſs ein Zutritt von Luft, sei es bei Carbidzuführung, sei es durch Vorhandensein toter mit Luft gefüllter Räume und Entstehung derselben vermieden wird. Reinigung, Trocknung, Aufbewahrung und Messung des Acetylens haben ebenfalls unter Einhaltung dieser Gesichtspunkte zu erfolgen, nicht minder die Fortleitung und Verteilung. Ferner muſs die Erzeugung des Acetylens so vor sich gehen, daſs dieselbe möglichst nur die Entstehung eines Minimums von Verunreinigungen bewirkt, d. h. es sind stets solche Methoden der Erzeugung vorzuziehen, bei denen die Gasentwickelung bei lokaler niedriger Temperatur vor sich geht.

Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daſs auch wirtschaftliche Momente bei dem Betriebe von Acetylenzentralen von Wichtigkeit sind. Es muſs, entsprechend dem hohen Geldwert der Acetyleneinheit, danach gestrebt werden, auf einfachste Weise, d. h. unter möglichster Ersparnis an Bedienungskosten, aus einer gegebenen Menge Carbid die gröſstmögliche Ausbeute an gebrauchsfertigem Gas zu erhalten. Die Anforderungen, welche an die technische Herstellung des Acetylens überhaupt gestellt werden[1]), haben auch für Zentralen volle Geltung.

Es sind deshalb diejenigen Systeme vorzuziehen, welche die Bedienung einer möglichst geringen Anzahl von Apparaten erfordern, also z. B. bei gleicher Leistungsfähigkeit solche, bei denen zwei Entwickler anstatt vier zu bedienen sind. Bei gleicher Reinheit des erhaltenen Gases verdienen solche Systeme den Vorzug, welche weniger Wasser zur Zersetzung verbrauchen, weil, abgesehen von der Wasserersparnis, auch geringe Gasverluste durch Auflösen von Acetylen im Wasser stattfinden. Ferner sind solche Systeme vorzuziehen, die eine intensivere Reinigung und Kühlung bei gleicher oder geringerer Gröſse der Apparate gestatten und schlieſslich solche, bei denen eine gewisse Mehrproduktion ohne Überlastung stattfinden kann. Selbstverständlich ist auch hier absolute Dichtigkeit der gesamten Apparatur Hauptbedingung. Welcher Art die zur Erzielung dieser Zwecke angewendeten technischen Maſsnahmen sind, wird bei Besprechung der einzelnen Apparatteile ausgeführt werden.

---

[1]) Vergl. S. 270 u. f.

Entwickler.

Die wichtigsten Teile einer jeden Acetylengasanstalt sind die Entwickler. In den Kapiteln über Gaserzeugung ist wiederholt und ausführlich darauf hingewiesen worden, welchen Einfluſs die Art der Gasentwickelung auf die Eigenschaften des Acetylens ausübt. Da es sich in Acetylenzentralen zumeist um die Darstellung groſser Mengen Gas, d. h. um die Zersetzung groſser Carbidmengen handelt, wird naturgemäſs dieser Einfluſs in seiner Wirkung ungemein verstärkt, weshalb ihm besondere Beachtung zu schenken ist. Entsprechend der Forderung, daſs das Acetylen in möglichst reinem Zustande erzeugt werden muſs, sind im Betriebe der Acetylenzentralen alle diejenigen Entwickelungssysteme auszuschlieſsen, welche bei der Gasbereitung allzuhohe Temperatur aufweisen. Abgesehen davon, daſs solche Systeme unökonomisch sind, können sie, angesichts der herzustellenden groſsen Gasmengen, auch zu gewissen Gefahren Veranlassung geben. Aus diesem Grunde wird auch in den Verordnungen mancher Länder, so z. B. derjenigen der deutschen Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke, direkt geboten, nur solche Apparate für fabrikmäſsige Herstellung von Acetylen zu verwenden, in welchen das Carbid mit einem Überschuſs von Wasser zersetzt wird, welche mithin die meiste Gewähr dafür bieten, daſs die Entwickelung bei nicht zu hoher Temperatur erfolgt.

Von allen für die Acetylenentwickelung in Betracht kommenden Systemen haben sich auch nur diejenigen eingebürgert, welche auf dem Zulaufsystem mit gänzlicher Überschwemmung des Carbides [1]) oder auf dem Einwurfsystem [2]) beruhen, während Apparate der übrigen Unterabteilungen des Zulaufsystems, sowie solche des Berührungssystems entweder nur vereinzelt oder auch gar nicht angewendet worden sind.

Mit Recht fand im Betriebe der Acetylenzentralen eine Bevorzugung dieser beiden Systeme statt. Denn nach den bisher erreichten Fortschritten ist es nur mit ihrer Hilfe möglich, ein gutes, luftfreies und möglichst wenig verunreinigtes Gas zu erzeugen, wie es in Zentralen vorteilhaft Anwendung finden kann. Zwar kann man auch unter Benutzung anderer Systeme ein luftfreies Gas erhalten, die gröſseren Verunreinigungen des Gases können ferner in zweckentsprechenden Reinigern entfernt werden. Dies bedingt aber die Aufwendung gröſserer Arbeit und Kosten für Wartung, Kühlung und Reinigung, auſserdem eine unökonomische Gasausbeute. In der allgemeinen Acetylenpraxis haben sich allerdings solche Apparate trotz gewisser Nachteile [3]) erhalten, weil sie eine an sich bequeme automatische, entsprechend dem jeweiligen Konsum regulierbare Gaserzeugung gestatten. Dieser Grund fällt aber beim Betriebe der Acetylenzentralen fort. Von einem

---

[1]) Vergl. S. 284 u. f. — [2]) Vergl. S. 293 u. f. — [3]) Vergl. S. 274 u. f.

zuverlässigen automatischen Betriebe, welcher die Produktion entsprechend dem Verbrauch regelt, kann bei dem ungemein wechselnden Konsum einer Acetylenzentrale und der Gröfse der hierbei in Betracht kommenden Mengen nach den bisherigen Erfahrungen keine Rede sein, so dafs durchweg die Acetylenzentralen auf Verwendung des Aufspeicherungssystems beruhen, d. h. eines solchen, bei dem die in einer Beleuchtungsperiode nötige Gasmenge oder ein noch gröfserer Vorrat aufserhalb dieser Periode, also am Tage, hergestellt wird. Allerdings wird vereinzelt die Aufspeicherung selbst unter Zuhilfenahme automatischer Entwickelung ausgeführt, doch geschieht dies mangels hinreichender Zuverlässigkeit der automatischen Apparate durchweg unter Aufsicht, wobei bemerkt sei, dafs bei Apparaten von der in Zentralen erforderlichen Gröfse auch durch Zuströmapparate anderer Unterabteilungen als derjenigen der absoluten Überschwemmung oder durch Berührungsapparate eine solche Zuverlässigkeit gleichfalls nicht zu erreichen ist [1]).

Da also der einzige mafsgebende Grund zur Benutzung anderer Systeme als derjenigen der völligen Überschwemmung oder des Einwurfsystems wegfällt, im übrigen auch diese beiden, wie bereits oben [2]) ausgeführt wurde, das reinste Gas liefern und ökonomisch günstig arbeiten, so haben sie auch die weiteste Anwendung gefunden.

Das Zulaufsystem mit völliger Überschwemmung hat von den beiden die geringere Verbreitung [3]). Im Wesen des Systems liegt es, dafs diese Apparate eine umfassendere Bedienung erfordern als die Einwurfapparate. Denn während bei letzteren in den meisten Fällen die Beschickung des Apparates in der einfachen Zuführung von Carbid besteht, ist es beim Zulaufsystem erforderlich, das Carbid zunächst in besonderen Gefäfsen und zwar mit Rücksicht auf ein nicht zu überschreitendes Maximum unterzubringen und sodann erst die Zersetzung durch Wasserzuführung zu bewirken. Letzteres kann an sich automatisch erfolgen, doch bedingt dies die Einschaltung einer Zwischenglocke mit einem der jeweiligen Carbidportion entsprechenden Fassungsraum, was gleichbedeutend ist mit einer Komplikation der Anlage.

Es sind deshalb nur verhältnismäfsig wenige Acetylenzentralen, die auf dem System des Zulaufs mit völliger Überschwemmung beruhen, während die Mehrzahl der bestehenden Anlagen mit Entwicklern nach dem Einwurfsystem ausgerüstet ist.

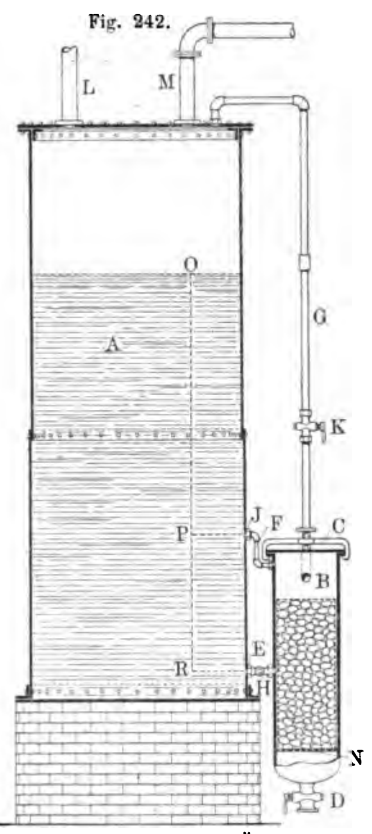
---

[1]) S. 311 u. f. — [2]) Vergl. S. 270 u. f. — [3]) Bis zum 27. Dezember 1901 war — streng genommen — dieses System für Zentralen in Deutschland überhaupt verboten. Bis dahin hatte die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke eigene Unfallverhütungsvorschriften nicht aufgestellt, und waren deshalb vor dieser Zeit allein die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie mafsgebend, deren § 9 lediglich das Einwurfsystem gestattete. Erst seit Oktober 1902 sind letztere in der früheren Fassung aufser Kraft gesetzt.

Entwickler nach dem Zulaufsystem.

Als Ausführungsbeispiel eines in Zentralen verwendeten Entwicklers nach dem Überschwemmungssystem möge hier der in der Acetylenzentrale Zwischenahn (Oldenburg) verwendete besprochen werden (Fig. 242). Der Entwickler besteht aus dem Wasserbehälter *A* und drei an demselben angeordneten Carbidbehältern *B*. Die Carbidbehälter sind mit Bügelverschlufs *C* und Schlammhahn *D* versehen, und mittels dreier Rohre *E*, *F* und *G* mit dem Wasserbehälter *A* verbunden. Rohr *E* mündet an tiefster Stelle des Wasserbehälters und kann vermittelst Hahnes *H* abgeschlossen werden. Rohr *F* mündet höher, jedoch noch unterhalb des Wasserspiegels ein und ist mit einem nach innen zum Wasserbehälter sich öffnenden Rückschlagsventil *J* versehen; Rohr *G* mündet oberhalb des Wasserspiegels in das Wassergefäfs ein und besitzt einen Hahn *K*. Das Wassergefäfs *A* besitzt aufserdem noch ein Wasserzuführungsrohr *L* und Gasableitungsrohr *M* neben der üblichen Armatur.

Fig. 242.



Acetylenentwickler nach Überlaufsystem für Zentralen. (Zwischenahn.)

Die Gaserzeugung erfolgt in der Weise, dafs man zunächst die Hähne *H* und *K* schliefst, den Bügelverschlufs *C* öffnet und in den Carbidbehälter einen durchlöcherten Blechkorb *N* mit etwa 5 bis 10 kg Carbid einsetzt. Sodann schliefst man den Carbidbehälter und öffnet Hahn *H*. Sogleich tritt Wasser zum Carbid hinzu und es beginnt die Entwickelung des Gases, welches nach Überwindung des Druckes der Wassersäule *OP* durch das Rückschlagsventil *J* und das Entwickelungswasser entweicht. Infolge des höheren Druckes der Wassersäule *OR* findet ein ununterbrochener Wasserzuflufs statt, so dafs das Carbidgefäfs in kürzester Zeit mit Wasser überschwemmt und das Carbid in längstens 10 Minuten zersetzt ist. Sodann öffnet man Hahn *K*, um den Überdruck an Gas ebenfalls abzuleiten, schliefst Hähne *H* und *K*, öffnet Verschlufs *C*, läfst den Schlamm (eventuell unter Wasserverdünnung) aus *D* ablaufen und beschickt den Carbidbehälter von neuem.

Wie aus dieser Beschreibung ersichtlich ist, handelt es sich bei der Zentrale Zwischenahn um einen Zuflufsapparat mit totaler Überschwemmung. An sich bietet dieser Apparat nichts Typisches, was ihn als besonders geeignet für Zentralen erscheinen läfst und thatsächlich können für diese Zwecke fast alle diejenigen Apparate dieser Kategorie Verwendung finden, welche auch sonst für stationäre Zwecke [1]) gebraucht werden. Wie ferner ersichtlich, ist die Bedienung solcher Apparate ziemlich kompliziert und liegt es wohl mit an diesem Umstande, dafs sich deren Benutzung nicht mehr eingebürgert hat. Diese Apparate verlangen nämlich die Vorbereitung eines jeden Carbidentwicklers nach jeder stattgefundenen Carbidzersetzung. Die Anwendung einer gröfseren Menge Carbid in einem Entwickler scheint nicht ratsam, da die Überschwemmung derselben auf einmal zu Mifsständen Veranlassung geben kann (lokale Überhitzung u. s. w.), wodurch die Qualität des Gases schlechter wird [2]). Auch kann eine plötzliche Zersetzung grofser Mengen Carbid die Sicherheit des Betriebes beeinträchtigen. In den meisten Zentralen, in denen das Zulaufsystem verwendet wird, ist deshalb die Menge des im Entwickler befindlichen Carbids eine begrenzte und aus diesem Grunde die Anzahl der Entwickler eine ziemlich grofse. Um diesem Übelstande zu entgehen, ist man, namentlich in Frankreich, wo die Entwickler dieses Systems bei Zentralen vornehmlich angewendet werden, zu einer Konstruktion gelangt, welche an sich den Typus

Fig. 243.



Entwickler nach Überschwemmungssystem für Zentralen der Cie. universelle d'Acétylène.

[1]) Vergl. S. 289 u. f. — [2]) Vergl. S. 225 u. f., sowie ferner S. 239 und S. 273.

der Apparate mit völliger Überschwemmung darstellt, bei dem aber wie bei den meisten Apparaten dieses Systems für Hausbeleuchtung, nicht alles im Entwickler befindliche Carbid auf einmal zersetzt wird, sondern in Portionen, die voneinander getrennt sind.

Fig. 243 zeigt einen Entwickler der Cie. universelle d'Acétylène für Stadtbeleuchtung, dessen Thätigkeit auf der Wirkung der Druckunterschiede im Syphon *T* beruht. Das Zersetzungswasser strömt aus dem mit Schwimmerzuflufs versehenen Gefäfs *H* durch Gefäfs *P*, Rohr *T* und Hahn *R*, ferner durch Rohr *J* in den Entwickler *B*, in dem Carbid in vertikalen Kästen untergebracht ist. Das Wasser steigt von unten nach oben, die Carbidkästen einzeln überschwemmend. Das entwickelte Gas entweicht durch Rohre *J* und *E* in den unteren Teil des zweiteiligen Gasbehälters, jedoch nur dann, wenn der Druck des Gases gröfser ist, als derjenige der Wassersäule *h*, was gewöhnlich dann der Fall ist, wenn eine zur Zersetzung einer Portion Carbid genügende Wassermenge aus dem Gefäfs *H* in den Entwickler *B* geflossen ist. Das entströmende Gas drückt im Gefäfs *Y* auf das Niveau des Wassers, wodurch dasselbe durch das Rohr *U* in die Abteilung *A* des Gasbehälters übergeführt wird. Durch den hierdurch entstehenden Druck wird der Wasserzuflufs im Syphon *T* gesperrt und die Funktion hört auf. Findet durch Hahn *S* eine Gasentnahme statt, resp. wird durch diese Leitung der bewegliche Gasbehälter der Zentrale gefüllt, so fällt das Wasser im Behälter *A*, steigt im Behälter *Y* und es findet neuer Wasserzutritt von *H* zu *B* und dementsprechend neue Gasentwickelung statt.

So konstruierte Entwickler, die unter anderem in modifizierter Ausführung von der Cie. urbaine d'Eclairage par le Gaz Acétylène in den Zentralen Mouzon, la Clayette, la Courneuve, Hagetmau, Anizy-le-chateau et Tinon, Vias, Trun, Beaumont-sur-Sarthe, Senonches, Nogard, Cloyes und Voves verwendet werden, zeigen trotz gröfserer Vereinfachung dennoch neben anderen den Nachteil, dafs sie eine ziemlich umständliche Bedienung verlangen und ferner, dafs gröfsere oder geringere Mengen Luft, je nach Inhalt des toten Raumes des Entwicklers, in das Gas gelangen.

Entwickler nach dem Einwurfsystem.

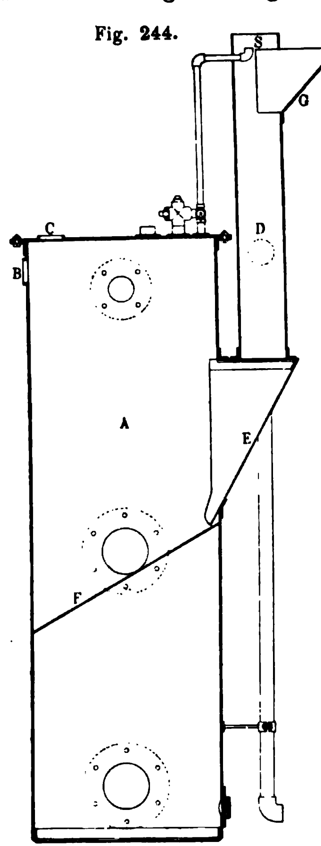
Während in Frankreich zumeist Entwickler nach dem Zulaufsystem Verwendung gefunden haben, ist die überwiegende Mehrzahl der Acetylenzentralanlagen in anderen Ländern mit Entwicklern nach dem Einwurfsystem ausgerüstet. Da, wie schon oben ausgeführt [1]), die Aufspeicherung des Gases bei Acetylenzentralen nach dem jetzigen Stande der Technik durchaus notwendig ist, so liegt kein Grund vor, dieses beste aller Systeme hier nicht anzuwenden, zumal auch die Anschaffungs-

[1]) S. 522.

kosten desselben durchaus keine Verteuerung gegenüber den Entwicklern anderer Systeme bedeuten.

Im grofsen und ganzen bieten die nach diesem System errichteten Entwickler für Acetylenzentralen äufserlich dasselbe Bild: Grofse Wasserbehälter, versehen mit Carbidzuführung, Wasserzuflufs, Schlamm- und Gasableitung und sonstigen, auch für kleinere Apparate nötigen Armaturen, aber trotz der scheinbaren Gleichheit herrscht dennoch in den Ausführungen eine grofse Verschiedenheit, für welche die Betriebsart des Entwicklers bestimmend ist. Die hauptsächlichste Verschiedenheit besteht in der Art der Carbidzuführung. Die für die Einrichtung von Acetylenzentralen mafsgebenden Grundsätze verlangen eine derartige Regelung der Carbidzuführung, dafs einerseits Luft nicht zum Acetylen treten, andererseits letzteres auch nicht in die Luft entweichen kann, mit anderen Worten, es soll eine solche Kommunikation zwischen dem Innern des Entwicklers und dem aufsen befindlichen Bedienenden geschaffen werden, dafs weder Luft von aufsen nach innen, noch Gas von innen nach aufsen gelangt.

Fig. 244.



Entwickler nach Pictet für Zentralen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft. Berlin.

Zunächst ist diese Forderung von Pictet dadurch gelöst worden, dafs er die Wege für Carbidzuführung und Gasableitung getrennt durch einen hydraulischen Verschlufs geschaffen hat [Fig. 74 bis Fig. 77 [1])]. Der Pictetsche Apparat wurde in der in Fig. 244 gegebenen Ausführung von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in den von ihr errichteten Zentralen [Pillkallen, Ellerbeck, Schlochau, Neukirch, Schönsee, Oliva, Pr. Friedland u. a. m. [2])] benutzt und hat auch sonst für Zentralbeleuchtung ausgedehnte Verwendung gefunden [z. B. Zentrale Adlerkosteletz [3]) in Böhmen]. Der Entwickler besteht aus dem Wasserbehälter A, welcher bis zur Mündung des Gasableitungsrohres B durch das Wasserzuführungsrohr C mit Wasser gefüllt wird. Unterhalb des Wasserspiegels mündet der seitliche Ansatz D mit der schrägen Gleitfläche E, die sich innerhalb

[1]) S. 295 bis 297. — [2]) Vergl. S. 667, 670, 669, 664, 668. — [3]) Vergl. S. 677.

des Entwicklers als schräger Siebboden F verlängert. Das Carbid wird eingetragen durch die Klappe G in das seitliche Rohr D, fällt hier auf die schrägen Flächen E und F und gelangt auf diese Weise zur Zersetzung in den Entwickler. Das geradlinig aufsteigende Gas entweicht durch das Gasableitungsrohr B.

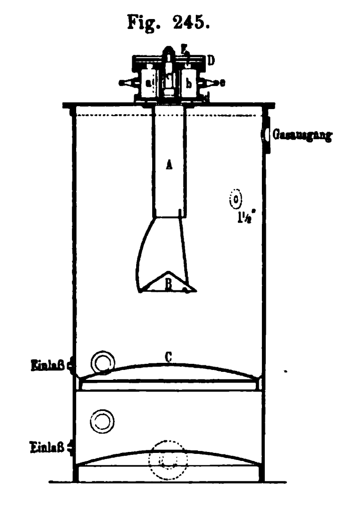
Wie ersichtlich, gelangt das Carbid derart in den Entwickler, dafs ein Zutritt von Aufsenluft und ein Entweichen des im Entwickler erzeugten Gases vollkommen ausgeschlossen ist. Indessen zeigt dieses System den Nachteil, dafs bei der Gasherstellung unter Umständen Verluste stattfinden können. Wenn nämlich kleine Stückchen Carbid (Granalien, Staub u. s. w.) beim Fall durch das Rohr D nicht bis auf die schrägen Gleitflächen und dadurch in das Innere des Entwicklers gelangen, sondern bereits im Rohr selbst zersetzt werden, entweicht das Gas aus dem seitlichen Ansatz und gelangt nicht zur Gebrauchsleitung. Dieses Entweichen von Gas bedingt auch, dafs die nach Pictet hergestellten Entwickler mit einem über dem seitlichen Ansatz befindlichen Entlüftungsaufsatz mit Rohr versehen werden [1]).

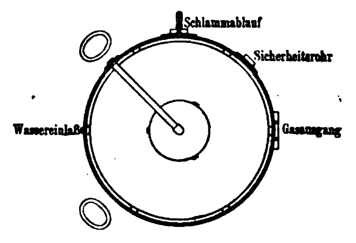
Bei Apparaten dieses Systems ist eine Trennung der beiden Wege Carbidzuführung und Gasableitung durch selbstthätige Funktion eines hydraulischen Verschlusses erzielt.

Grundsätzlich verschieden hiervon ist eine andere Gruppe von Apparaten im Zentralenbetrieb, bei denen äufsere Atmosphäre und Carbidzuführungsweg vom Innern der Apparate durch einen mechanischen Abschlufs getrennt werden.

In der Zentrale Treptow a. T. [2]) der „Hera-Prometheus" A.-G. in Berlin wird zu diesem Zwecke die Carbidzuführung von Pintsch [3]) in etwas modifizierter Form verwendet, welche in einer anderen Ansicht (die Bezeichnungen der einzelnen Teile entsprechen einander) und in Verbindung mit einem für Zentralen gebräuchlichen Entwickler in Fig. 245 dargestellt ist. Das Carbid gleitet durch das Einfallrohr A auf den Verteilungskegel B und gelangt auf Siebboden C zur Zersetzung.

Fig. 245.



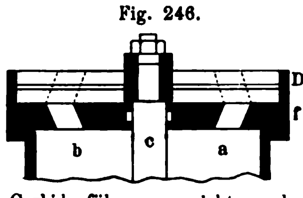


Entwickler für Acetylenzentralen mit Carbidzuführung nach Pintsch.

[1]) Vergl. Fig. 77. — [2]) Vergl. S. 666. — [3]) Fig. 81, S. 299.

Bei dieser Carbidzuführungsvorrichtung kann der Übelstand eintreten, dafs sich zwischen Platte *d* resp. Platte *D* und den oberen Zuführungsorganen *a* und *b* Carbidschlamm festsetzt, welcher dann zu Undichtigkeiten und Funktionsstörungen Anlafs giebt. Aufserdem treten geringe Gasausströmungen bei Handhabung der Zuführungsvorrichtung dadurch auf, dafs beim Drehen des mittleren Teiles *a b* eine kurze Zeit lang (auf Fig. 245 bezeichnet mit punktierter Linie) das Innere des Entwicklers mit der Aufsenluft in Verbindung tritt. Infolge des im Entwickler herrschenden Überdruckes entweicht dabei aus der Öffnung *E* ein Gas-Luft-Gemisch und aufserdem füllt sich die Kammer *a* resp. *b* mit Acetylen. Beim Zurückdrehen entweicht dieses Gas, wenn Carbid in den Behälter (Kammer) eingefüllt wird und geht auf diese Weise verloren. Um diesem Übelstande, welcher durch Verwendung des ins Wasser tauchenden Carbidzuführungsrohres gemildert wird, abzuhelfen, ist auf der Zentrale Treptow der „Hera-Prometheus" A.-G. die Einrichtung (Fig. 246) getroffen, dafs die Carbideinführungsschlitze in der Platte *D* und dem Deckel der Kammern *a* und *b* schräg und gegeneinander versetzt angeordnet sind.

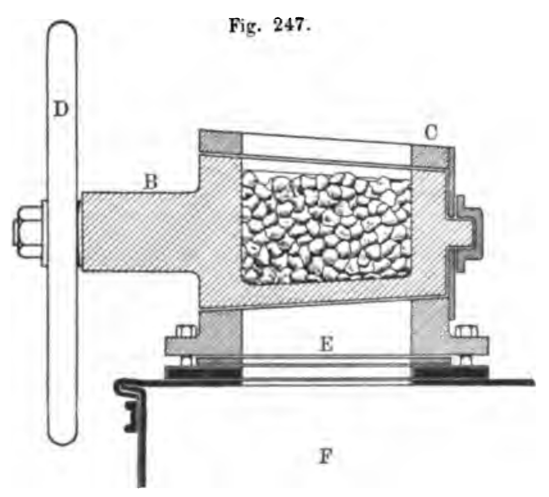
Fig. 246.



Carbidzuführungsvorrichtung der Acetylenzentrale Treptow.

In noch einfacherer Weise wird dieser Nachteil bei Verwendung der Zuführungsvorrichtung der Nordischen Acetylen-Industrie in Altona-Ottensen vermieden, wie solche auf der Zentrale der Insel Helgoland[1]) Anwendung gefunden hat. Hier ist die Carbidkammer in Form einer Vertiefung *A* auf der Oberfläche eines Hahnkükens *B* ausgebildet (Fig. 247), welches sich in einem auf dem Entwickler aufgesetzten Gehäuse *C* befindet und vermittelst des Steuerrades *D* gedreht wird. Die Carbidzuführung erfolgt, indem die Vertiefung des Hahnkükens mit Carbid gefüllt und dann der Hahn um

Fig. 247.



Carbidzuführungsvorrichtung für Einwurfapparate der Nordischen Acetylen-Industrie Fischer & Foss. (Altona).

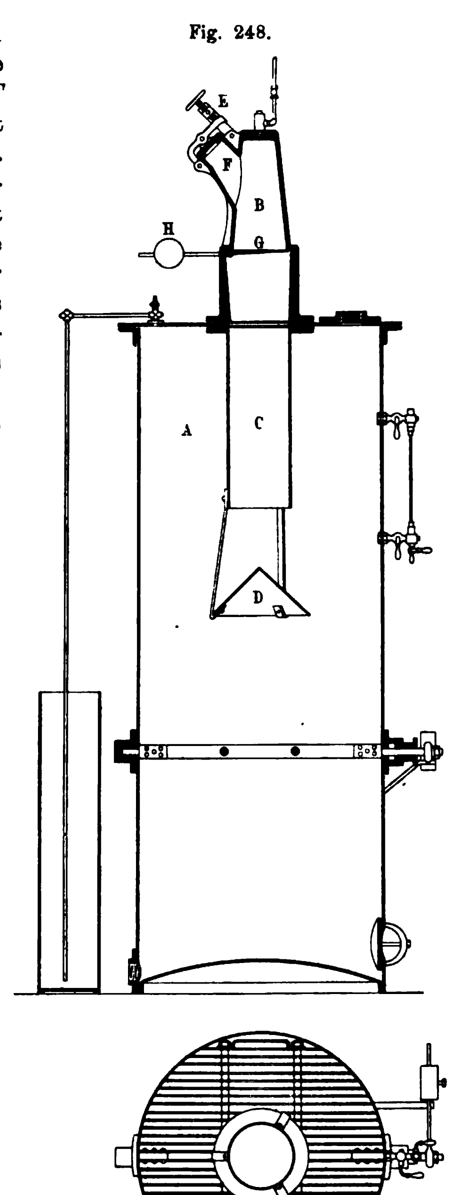
[1]) Vergl. S. 674.

180° gedreht wird. Hierbei kommt die Vertiefung über die Öffnung *E* des Entwicklers *F* zu stehen, so dafs ihr Inhalt in den letzteren fallen mufs. Die Anordnung der Carbidkammer im Küken ist derart getroffen, dafs in keiner Lage derselben eine Verbindung der Aufsenluft mit dem Innern des Entwicklers besteht und deshalb auch kein Acetylen aus dem Entwickler entweichen kann. Dazu kommt noch, dafs beim Einfallen des Carbides der Innendruck des Entwicklers die in der Kammer befindliche Luft zusammenprefst, ohne sie vollständig zu verdrängen, so dafs bei der Einfülllage des Kükens aus der Kammer nicht Acetylen, sondern nur ein Gemisch von Luft und wenig Acetylen entweicht.

Auch in Bezug auf die Funktion zeigt diese Vorrichtung Vorteile. Etwa zwischen Hahnküken und Gehäuse sich bildender Kalkschlamm verursacht, dafs das Küken sich von selbst mehr und mehr einschleift, wodurch nicht nur keine Undichtigkeiten entstehen, sondern, im Gegenteil, eine gute gegenseitige Abdichtung erzielt wird.

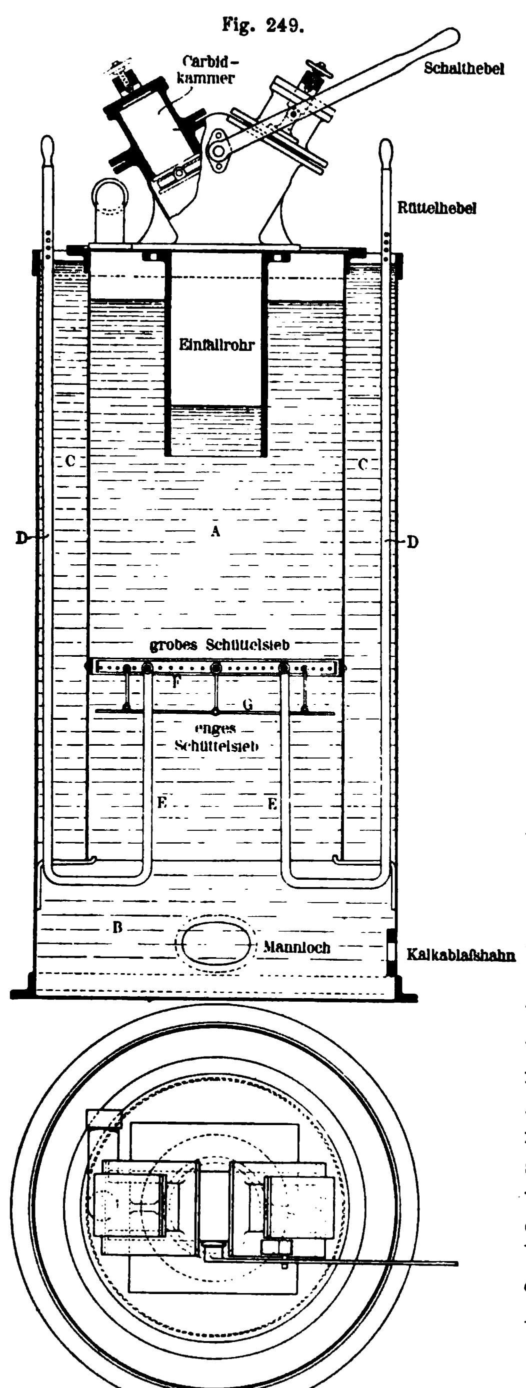
Die eben beschriebenen Vorrichtungen bedingen, dafs bei jeder Beschickung immer nur verhältnismäfsig kleine Mengen Carbid (1 bis 2 kg) eingetragen werden können. Wenn auch für gewöhnlich gröfsere Carbidmengen auf

Fig. 248.



Entwickler für Zentralen mit Carbidzuführung und Aufspeicherung des Carbides der „Hera-Prometheus" A.-G. Berlin.

Fig. 249.



einmal nicht zur Zersetzung gebracht werden, so ist es doch verschiedentlich im Interesse einer Vereinfachung der Bedienung als vorteilhaft angesehen, eine gewisse Menge Carbid im Entwickler aufzuspeichern und dieselbe nach und nach einzutragen.

Eine diesen Zweck erfüllende Vorrichtung ist auf Fig. 79 [1]) und in Verbindung mit einem neuerdings von der „Hera-Prometheus“ A.-G. in Zentralen verwendeten Entwickler auf Fig. 248 dargestellt. Auf dem Entwickler *A* ist der Carbidbehälter *B* aufgesetzt, dessen Einfüllöffnung in Verbindung mit dem Einwurfschacht *C* über dem Verteilungskegel *D* steht. Der Carbidbehälter hat einen durch Bügelverschlufs *E* verschliefsbaren Ansatz *F* und ist durch eine von unten bedienbare Klappe *G* geteilt. Das Carbid wird in den oberen Teil des Aufsatzes *B* eingefüllt, indem man die Klappe *G* schliefst und den Bügelverschlufs *E* öffnet, sodann schliefst man den Verschlufs *E* und bringt das auf der Klappe *G*

---

[1]) S. 298.

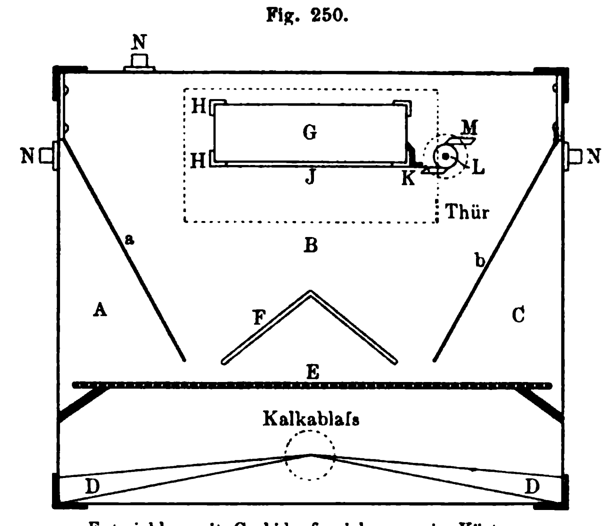
befindliche Carbid nach und nach durch Heben des Gegengewichtes *H* in den Entwickler und zur Zersetzung.

Auch bei diesem Entwickler erfolgt die Carbidzuführung luftfrei, nur finden geringe Verluste dadurch statt, dafs sich während der Entleerung im Carbidzuführungsraume Acetylen ansammelt, das beim Öffnen des Verschlusses *E* entweicht.

Eine noch weitergehende Aufspeicherung findet bei der Carbidzuführungsvorrichtung der Zentrale in Hafsfurt[1]) von Keller & Knappich in Augsburg-Oberhausen statt. Dieselbe stellt, wie aus Fig. 249 ersichtlich, eine Verdoppelung der Vorrichtung Fig. 248 dar, und ist ihre Wirkungsweise ohne weiteres erkennbar.

Mittels dieser Vorrichtungen kann man etwa 25 bis 50 kg Carbid im Entwickler aufspeichern und nach und nach zur Zersetzung bringen.

Fig. 250.



Entwickler mit Carbidaufspeicherung in Kästen.

Erheblich gröfsere Mengen werden in den Entwickler gebracht nach einem System, das in den Acetylenzentralen zu Sensburg, Johannisburg, Passenheim und Guttstadt[2]) angewendet wurde. Der dort benutzte Entwickler besteht aus einem liegenden viereckigen Behälter (schematischer Schnitt siehe Fig. 250), welcher in seiner ganzen Ausdehnung durch die Wände *a* und *b* in drei Kammern *A*, *B* und *C* geteilt wird. Der Boden *D* ist abfallend nach beiden Seiten und aufserdem geneigt von hinten nach vorn eingerichtet. Über dem Boden befindet sich ein Sieb *E* und ein Carbidverteiler *F*. Das Carbid wird in 10 Kästen *G* eingefüllt, welche in schmiedeeisernen Führungsschienen *H* hintereinander eingesetzt werden. Die Kästen haben bewegliche Böden *J*, mittels

[1]) Vergl. S. 669. — [2]) Vergl. S. 664. 665.

welcher das Carbid eingeführt wird und die durch den Haken *K* den Kasten verschliefsen. Seitlich von dem Carbidkasten, durch beide Böden des Entwicklers gedichtet hindurchgehend, liegt eine Welle *L*, welche mit gegeneinander versetzten Vorsprüngen (Nasen) *M* versehen ist. Diese Vorsprünge befinden sich vor dem Schliefshaken der Carbidbehälter und sind derartig angebracht, dafs beim Drehen der Welle *L* ein Vorsprung nach dem anderen auf die Verschlufshaken *K* der Carbidbehälter drückt und auf diese Weise ein Kasten nach dem anderen geöffnet wird.

Das herabfallende Carbid zersetzt sich nur zum geringsten Teil in der Kammer *B*, zum gröfsten Teil gleitet es auf den schrägen Flächen *F* nach den Seiten zu und gelangt hier in den Kammern *A* und *C* zur Zersetzung. Jede Kammer ist besonders mit einem Gasableitungsrohr *N* versehen. Die Bewegung der Welle *L* kann von Hand aus geschehen, in den oben erwähnten Anlagen erfolgt sie jedoch automatisch vermittelst einer Aktionsglocke, deren nutzbarer Fassungsraum so bemessen ist, dafs sie das aus dem Inhalt je eines Carbidkastens entwickelte Acetylen aufnehmen kann. Nachdem die Kästen durch eine in dem vorderen Boden des Entwicklers befindliche Thür eingesetzt sind und der Entwickler geschlossen ist, wird der erste Kasten von Hand aus durch entsprechende Drehung der Welle *L* geöffnet. Die Aktionsglocke steigt, solange sich Acetylen entwickelt; hört die Entwickelung auf, so fällt die Aktionsglocke, indem sie das Acetylen in die Sammelglocke hinüberdrückt. Bei einem gewissen Tiefstand bethätigt sie die Sperrvorrichtung der Welle *L*, die sich infolgedessen um einen Kreisteil dreht; dadurch wird ein zweiter Kasten geöffnet und die Wirkung beginnt von neuem.

Die mit diesem System erzielte Ersparnis an Arbeit u. s. w. ist nicht so bedeutend, um die höheren Kosten dieser komplizierten Entwickler zu rechtfertigen; aufserdem tritt hier noch der Nachteil hinzu, dafs der über dem Wasserspiegel befindliche Raum des Entwicklers sich bei jeder Neubeschickung der Carbidkästen von neuem mit Luft füllt, die auf diese Weise, wenn auch nur in geringer Menge, dem Gase beigemengt wird.

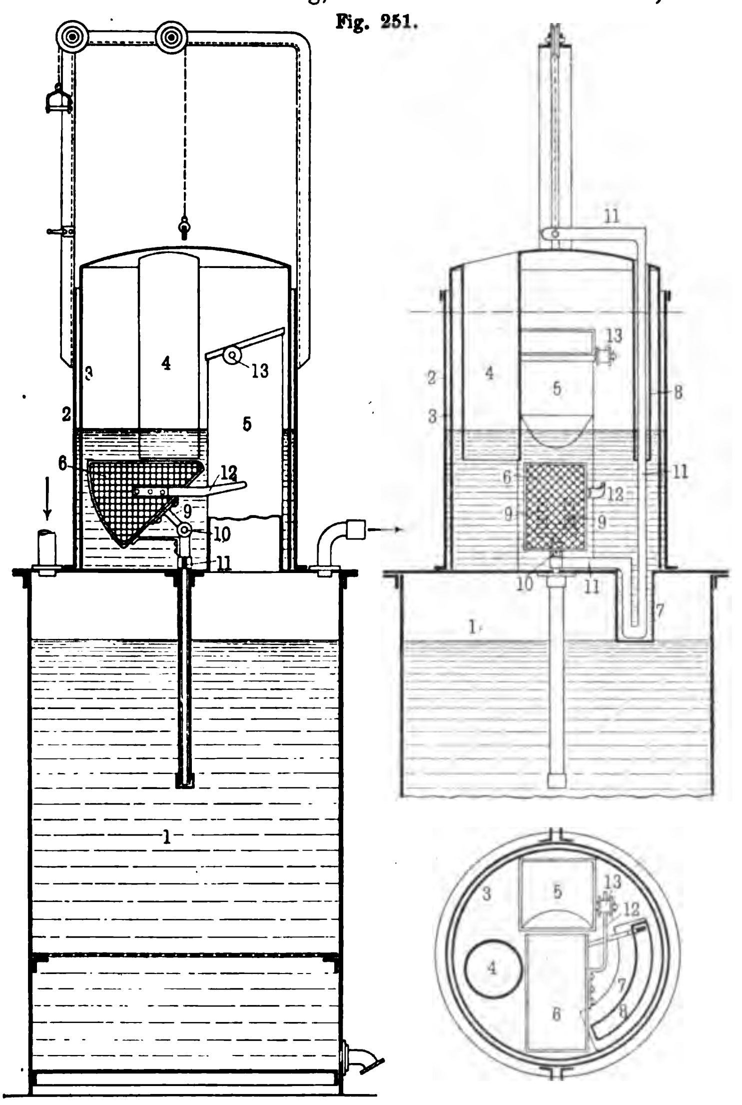
Abgesehen vom System Pictet wirken die beschriebenen Carbidzuführungsvorrichtungen gleichzeitig auch als mechanischer Verschlufs gegen das Entweichen von Gasen. Da aber die Carbidzuführung der am meisten beanspruchte Teil der ganzen Apparatur ist, so erfolgt bei nicht ganz einwandsfreier Konstruktionsart leicht eine Abnutzung derselben, die zumeist gleichbedeutend ist mit einem Undichtwerden.

Bei dem Pictetschen Apparate ist dies vermieden, denn hier hat man einen offenen Entwickler, dessen Carbidzuführungs- und Gasableitungswege durch das Entwickelungswasser als Sperrwasser getrennt sind.

Der bei dem Pictet-Entwickler angewandte freie Fall bewirkt, wie schon oben erwähnt wurde, geringe Verluste durch vorzeitige Zer-

setzung des nicht stückigen Carbides. Vermieden wird dieser Übelstand bei der Carbidzuführungsvorrichtung der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie-A.-G. in Hamburg, wie solche in den Zentralen[1] zu Döse,

Fig. 251.



Entwickler für Zentralen mit Carbidzuführungsvorrichtung der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie.

Christiansfeld, Ganderkesee u. s. w. angewendet wurde (Fig. 251). Die Vorrichtung besteht aus einem auf dem Entwickler 1 aufgebauten

[1]) Vergl. S. 672, 673, 674.

Aufsatze 2, welcher zum Teil mit Öl, Petroleum oder dergl. gefüllt und mit einer Glocke 3 abgesperrt ist. Der Boden dieser Glocke ist durchbrochen und trägt das in die Flüssigkeit tauchende Rohr 4. Seitlich von demselben befindet sich das Rohr 5, welches den Entwickler mit dem Innenraum der Glocke 3 verbindet, indem es die darin befindliche Flüssigkeit durchdringt. Das Carbid wird von aufsen durch das Rohr 4 in einen darunter befindlichen durchlochten Korb 6 geworfen, welcher vermittelst eines in einer Rinne 7 und in einem segmentartigen Rohr 8 beweglichen Hebelsystem 9, 10 und 11, das durch Schnur und Rolle bedienbar ist, zunächst von der unteren Mündung des Rohres 4 an die obere Mündung des Rohres 5 gebracht wird. Sodann stößt der am Korbe befindliche Hebel 12 an eine am Rohre 5 befindliche Nase 13 an, wodurch der Korb umkippt und seinen Inhalt durch das Rohr 5 in den Entwickler entleert.

Auf diese Weise wird eine luftfreie Carbidzuführung und verlustlose Zersetzung erzielt. Bei Anwendung eines offenen Zuführungsschachtes 5 und ohne dafs derselbe in das Wasser des Entwicklers taucht, ist dies jedoch, wie ersichtlich, nur durch Verwendung eines ziemlich komplizierten Mechanismus erreicht und unter Anwendung von Mitteln, wie der mit einer besonderen Flüssigkeit gefüllte hydraulische Verschlufs der Aufsatzglocke, die sonst beim Bau von Zentralenentwicklern gern vermieden werden.

Neben den Apparaten des Einwurfsystems, welche auf Einführung losen Carbides beruhen, bildete sich bei der Einrichtung von Zentralen ein besonderer Entwicklertypus aus, welcher auf Verwendung des sogen. Senksystems [1]) beruht.

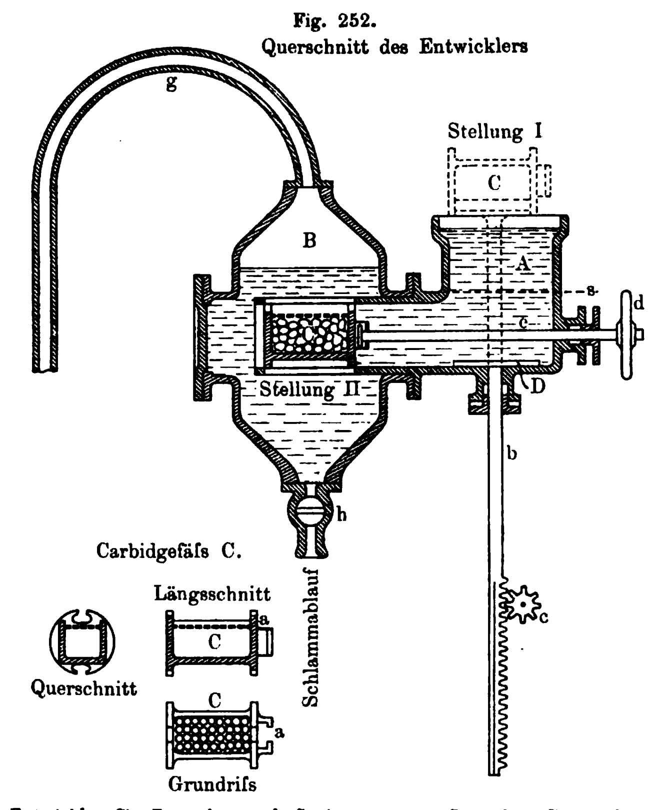
Die grofse Bequemlichkeit desselben, das Carbid zwangsläufig an die Stelle bringen zu können, wo es zersetzt werden soll, hat sich auch beim Bau von Acetylenzentralen bewährt und zu der Einführung und Verbreitung des Systems beigetragen. Das Senksystem zeigt die Eigenschaft der Entwickler mit getrennten Carbidzuführungs- und Gasableitungswegen (System Pictet), dafs man das Carbid in ein vollständig gefülltes Entwicklergefäfs ohne Zuführung äufserer Luft bringen kann und hat ferner die gute Eigenschaft, dafs, eine richtige Konstruktion vorausgesetzt, die Zersetzung unter denselben Erscheinungen vor sich geht, wie beim gewöhnlichen Einwurfsystem.

Einen von William Stricker in Romanshorn bei Acetylenzentralen [2]) (Bütschwyl, Lichtensteig, Langenargen, Meersburg, Buchloe, Türkheim, Hörbranz, Lochau) angewendeten, nach dem Senksystem erbauten Entwickler zeigt Fig. 252 in schematischer Schnittzeichnung. Die Entwickelung erfolgt in der Weise, dafs das Carbid in das gufseiserne Gefäfs *C* gefüllt und dieses durch einen Siebdeckel mittels Sprengfeder geschlossen wird. Das Carbidgefäfs wird nun umgestülpt

[1]) Vergl. S. 300 ff.— [2]) Vergl. S. 679, 671, 672, 675, 678.

(Stellung 1) in den Entwickler und zwar auf dem Boden des Einführungsgefäfses *A* vermittelst Zahnrad *c* sowie Stange *b* gebracht und von dort aus mittels Handrad *d* und Stange *e* in den eigentlichen Entwickler *B* geschoben. Auf diesem Wege findet eine Gasentwickelung nicht statt, weil das als Taucherglocke ausgebildete Carbidgefäfs einen Zutritt von Wasser nicht gestattet. Erst nachdem das Gefäfs in den Entwickler *B* eingeschoben ist, wird dasselbe umgedreht, so dafs seine Öffnung nach oben kommt. Dadurch wird dem Wasser der Zutritt zum Carbid ermöglicht und die Vergasung geht vollständig unter Wasser vor sich.

Fig. 252.



Entwickler für Zentralen nach Senksystem von Stricker-Romanshorn.

Das Wasser des Einführungsgefäfses bildet von selbst einen Verschlufs, so dafs kein Gas nach rückwärts entweichen kann, alles erzeugte Gas geht durch das Rohr *g* zur Wasservorlage.

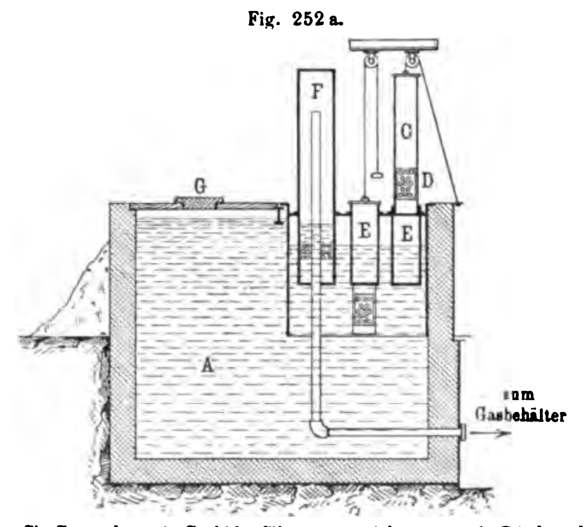
Die Bedienung dieses Apparates geht recht schnell vor sich, da bei gut ausgebildetem Carbidgefäfs auf einmal etwa 2 bis 3 kg Carbid eingeführt werden können.

Gleichfalls nach dem Senksystem sind konstruiert die Entwickler der Acetylenzentrale in Wertingen der Gesellschaft für Gascarburation

(Keller & Knappich) Augsburg-Oberhausen und in Schweizerthal von Schneider in Chemnitz.

Eine besondere, ebenfalls die verlustfreie Erzeugung luftfreien Acetylens gestattende Carbidzuführungsvorrichtung wird von der Maschinen- und Metallwarenfabrik Richard Klinger, Gumpoldskirchen, in den Acetylenzentralen zu Spitz a. Donau [1]) und Gumpoldskirchen [1]) bei Wien verwendet. Dieselbe besteht (Fig. 252 a) aus einem Carbidzuführungsgefäfse *C*, welches den eigentlichen perforierten Carbidbehälter *D* enthält. Vermittelst Schnur und Rolle wird das Gefäfs aus dem Wasser gezogen, mit einem gefüllten Carbidbehälter versehen und dann nach Lösen der Schnur durch das Führungsrohr *E* hindurch in das Entwickelungswasser hinabgelassen. Gleichzeitig wird hierbei

Fig. 252 a.



Entwickler für Zentralen mit Carbidzuführungsvorrichtung nach Richard Klinger. (Senkgrubensystem.)

durch den oberen Rand des Gefäfses *C* die obere Mündung des Führungsrohres abgeschlossen, so dafs das sich entwickelnde Acetylen nicht entweichen kann und seinen Weg nach dem Sammler *F* und von hier aus zum Gasableitungsrohr nehmen mufs.

Die Carbidzersetzung bei den Entwicklern des Einwurfsystems verlangt die Anordnung besonderer Apparatteile oder eine besondere Ausbildung des Entwicklers, wenn man die im Betriebe der Acetylenzentralen gewünschte vollständige Zersetzung des Carbides bei möglichst niedriger Temperatur erreichen will. Wie bei den Entwicklern nach dem Zulaufsystem gröfsere Übelstände entstehen, wenn der Wasserzuflufs ungenügend wird, zeigen die Einwurfsysteme gleichfalls grofse Nachteile, wenn nicht für eine genügende Berührung des eingeführten

---

[1]) Vergl. S. 678.

Carbides mit dem Entwickelungswasser gesorgt wird. Im Kapitel „Vorgänge bei der Zersetzung des Carbides“ [1]) und wiederholt bei Besprechung der Verunreinigungen des technischen Acetylens [2]), sowie der Prüfung und Untersuchung von Acetylenapparaten [3]) ist darauf hingewiesen worden, dafs auch beim Einwurf- resp. Senksystem die Carbidzersetzung unter Erscheinung lokaler Überhitzung und Zersetzung des Gases erfolgen kann, wenn aus irgend einem Grunde der Zutritt von Wasser zum Carbide gehemmt wird, d. h. eine Störung der Wasserzirkulation stattfindet.

Es mufs deshalb, abgesehen von dem Vorhandensein einer ausreichenden Wassermenge, bei den Entwicklern des reinen Einwurfsystems für eine genügende Verteilung des Carbides im Wasserraume, bei den Entwicklern des Senksystems für eine genügende Wasserströmung gesorgt werden.

Aufserdem mufs aber die Mafsnahme getroffen sein, dafs der sich bildende Kalkschlamm von dem eingebrachten Carbide möglichst bald entfernt wird, denn derselbe verhüllt das Carbid, wirkt hierbei wie ein Schwamm, und die Carbidzersetzung geht lokal vor sich unter Erscheinungen [Erhitzung u. s. w. [4])], die sonst vielleicht dem Berührungssystem, nicht aber dem Einwurfsystem, eigen sind.

Die Verteilung des Carbides geschieht zumeist schon durch Anwendung derjenigen Mafsnahmen, welche das Carbid von seinem Einführungswege ableiten sollen. Die hierzu dienenden Kegelflächen (Fig. 245 u. 248) oder schrägen Bodenflächen [Fig. 244, 250 u. 253 [5])] bewirken gleichzeitig eine Verteilung des eingeführten Carbides auf einer gröfseren Bodenfläche und hierdurch einen besseren Wasserzutritt. Letzterer wird auch noch dadurch erleichtert, dafs das Carbid nicht auf den eigentlichen Gefäfsboden fällt, sondern auf einen in angemessener Höhe angeordneten Siebboden (Fig. 244, 245, 248, 249, 250, 251, 253), meist bestehend aus Rosten, welche an einen durch Träger befestigten Ring genietet sind (Fig. 248, 250, 251, 253). Der Siebboden bewirkt, dafs der sich bildende Kalkschlamm auf den Boden fällt. Hierbei und durch die Gasentwickelung findet eine Wasserströmung statt, welche dem Carbide immer weitere Mengen frischen Wassers zuführt, wodurch dessen Zersetzung gefördert wird.

Gelegentlich wird diese Wirkung noch dadurch verstärkt, dafs der Siebboden beweglich eingerichtet ist. So besteht der Entwickler in der Acetylenzentrale Hafsfurt (Fig. 249) aus zwei ineinander gestellten Gefäfsen A und B, welche durch das Verschlufswasser C voneinander getrennt sind. Durch einen Wasserverschlufs hindurch geht das Hebelwerk DE, mit dessen Hülfe die Siebböden F und G während der Carbidzuführung gerüttelt werden können. Auf diese Weise wird

---

[1]) S. 263 bis 270. — [2]) S. 225 bis 239. — [3]) S. 452 bis 453. — [4]) Vergl. S. 273 und 313, 435. — [5]) Acetylenzentrale Helgoland.

das Carbid zweckmäfsig verteilt und somit die Einwirkung des Wassers begünstigt.

In der Acetylenzentrale Adlerkosteletz [1]) in Böhmen (Fig. 254) (Erbauer F. Kasl, Prag-Weinberge) wird die Bewegung des Carbides

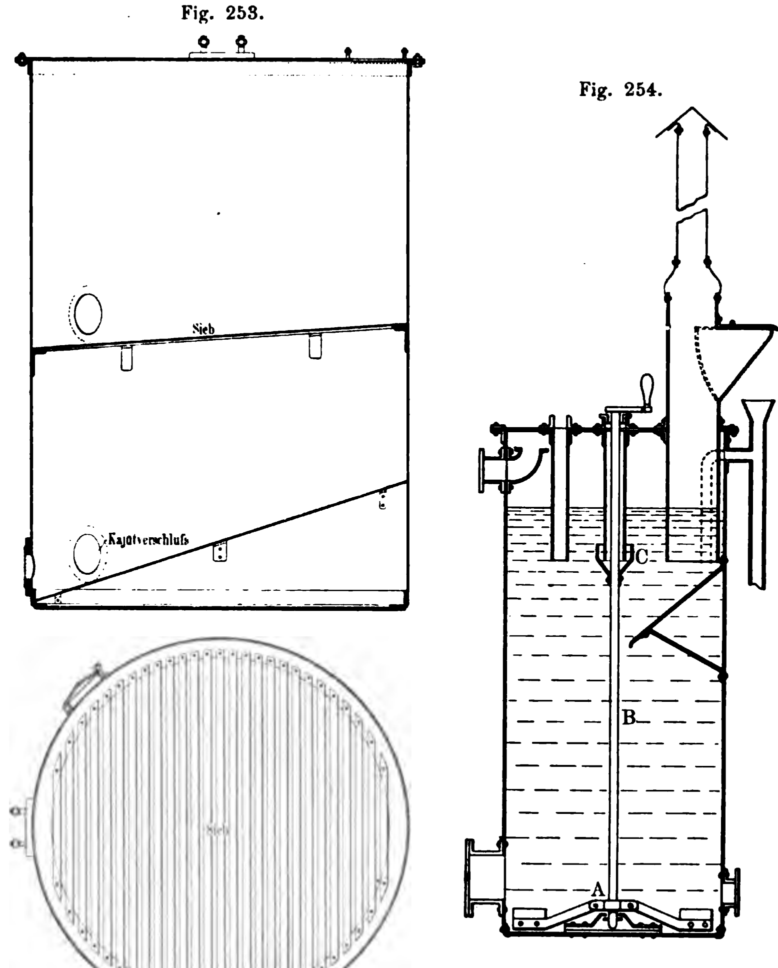


Fig. 253.

Innere Einrichtung des Entwicklers der Acetylenzentrale Helgoland.

Fig. 254.

Entwickler für Zentralen mit Rührvorrichtung nach F. Kasl.

durch die Rührvorrichtung *A* bewirkt, welche durch die mit Wasserverschlufs *C* versehene Welle *B* bedient wird, wodurch Schlamm und Carbid während der Zersetzung verteilt werden.

[1]) Vergl. S. 677.

Eine Bewegung des eingebrachten Carbides findet auch statt bei den Entwicklern der nach System Fenderl in Österreich gebauten Acetylenzentralen[1]) Grieskirchen, Strafs und Pöchlarn.

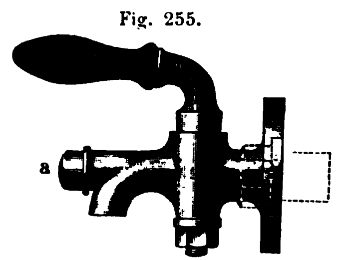
Bei dem Senksystem wird naturgemäfs von der Anbringung eines Siebbodens meist abgesehen, weil der Eimer selbst ja dessen Stelle vertritt. Hierbei ist aber wichtig, dafs die Wände des Eimers derart ausgebildet sind, dafs einerseits das entwickelte Gas frei entweichen, andererseits das zuströmende Wasser frei hinzutreten kann, ohne hierbei durch das aufsteigende Gas gehindert zu werden. Der Eimer mufs also mit nach oben führenden Gasausströmöffnungen und seitlich oder unten befindlichen Wasserzuführungsöffnungen von genügender Gröfse versehen sein (vergl. Fig. 83, 85, 86). Auch beim Senksystem werden hin und wieder besondere Vorrichtungen verwendet, um den Carbideimer während der Carbidzersetzung im Wasser bewegen zu können.

Wasserzuführung.

Die Wasserzuführung zum Entwickler ist je nach den angewendeten Systemen eine periodische oder eine kontinuierliche und vornehmlich abhängig davon, ob der Schlamm nur von Zeit zu Zeit oder auch ständig abgelassen wird. In beiden Fällen erfolgt die Wasserzuführung durch ein am Entwickler befestigtes Flanschrohr, dessen Dimensionen sich nach der Gröfse des Entwicklers richten. Der Rohreintritt befindet sich zweckmäfsig am höchsten Punkte des Entwicklers, um auf diese Weise dessen Füllung unabhängig vom Wasserdrucke ausführen zu können. Immerhin ist bei Anlage der Zentrale darauf Rücksicht zu nehmen, dafs der Wasserdruck so grofs sein mufs, um das im Entwickler befindliche Gas beim Aufsteigen in die Apparatur pressen zu können.

Auch die Höhe des Wasserstandes im Entwickler richtet sich nach dem System. Sie wird bestimmt durch Verwendung der verschiedensten Armaturen. Die üblichsten sind Wasserprobierhähne, welche zweckmäfsig (Fig. 255) mit Reinigungsmutter *a* versehen, um sie von etwa eingedrungenem Kalkschlamm säubern zu können.

Fig. 255.



Wasserprobierhahn für Zentralenentwickler.

Wasserstandgläser (vergl. Fig. 248) zu verwenden, ist nicht besonders ratsam, weil dieselben bei Bruch zu Gasausströmungen Veranlassung geben können. Im Falle der Verwendung dürften nur solche Garnituren angebracht werden (Fig. 256), welche mit Hähnen *a* versehen sind, die ein Absperren des Rohres gestatten,

[1]) Vergl. S. 677, 678.

ferner Reinigungsmuttern *b*, Schutzhülse *c* und Ablafshahn *d* besitzen. Dieser letztere ist aus dem Grunde zweckmäfsig, weil das Glasrohr bei längerem Verweilen des Kalkschlammes in demselben leicht blind wird.

Bei einigen Zentralen ist an Stelle des höchsten Wasserstandes ein Überlaufrohr angeordnet, welches mindestens 0,80 bis 1 m tief in ein offenes cylindrisches Wassergefäfs eintaucht. Steigt das Wasser beim Füllen des Entwicklers in dieses Gefäfs, so ist damit das Zeichen gegeben, dafs der Entwickler genügend voll ist und wird die Wasserzufuhr unterbrochen.

Fig. 256.



Wasserstandrohr für Zentralenentwickler.

Fig. 257.



Wasserzuflufsregler für Zentralenentwickler.

Sowohl bei kontinuierlicher als auch periodischer Wasserzuführung erscheint es zweckmäfsig, zwischen Wasserbehälter und Entwickler einen Wasserkasten mit konstantem Niveau und selbstschliefsendem Ventil einzuschalten, und zwar so, dafs die Wasserhöhe dieses Kastens derjenigen des Entwicklers entspricht. Auf diese Weise wird eine bis zu einer gewissen Höhe konstante Wasserzuführung erlangt, ohne dafs besondere Kontrollapparate nötig sind. Natürlich erfolgt bei Anwendung eines solchen Kastens, dessen Schwimmereinrichtung (nach Blancke u. Co.) aus Fig. 257 ersichtlich ist, die Wasserzuführung von

der Seite, so dafs der gefüllte Entwickler mit dem Wasserkasten ein kommunizierendes System bildet. Solche Kästen mit konstantem Niveau finden auch zweckmäfsig Anwendung bei Apparaten nach dem Überschwemmungssystem, um die Druckhöhe des zufliefsenden Wassers konstant zu halten (vergl. Fig. 243, Kasten *H*).

Schlammabflufs und Entfernung der Rückstände.

Die Entfernung des Schlammes aus dem Entwickler einer Zentrale kann ebenso wie die Wasserzuführung periodisch oder kontinuierlich erfolgen. In beiden Fällen mufs jedoch von Zeit zu Zeit eine Entfernung der unvergasbaren, im Carbid enthaltenen Rückstände stattfinden [1]. Es erscheint zweckmäfsig, eine Trennung des eigentlichen Kalkschlammes von den unvergasbaren Rückständen bereits im Entwickler vorzunehmen, weil es schädlich ist, die festen Rückstände (Koks, Siliciumeisen u. s. w.) in die Schlammabsperrorgane gelangen zu lassen. Eine solche Trennung erfolgt bei Einwurfapparaten durch Einschaltung von Sieb- oder Rostböden zwischen Carbideinwurf und Boden, wie solche bereits zu dem Zwecke stattfindet, um eine schnelle Zersetzung des Carbids zu erzielen. Hierbei verbleiben die schwereren unvergasbaren Rückstände auf dem Rost, während der Schlamm auf den Boden fällt. Bei Apparaten nach dem Senksystem erfolgt die Trennung durch den zur Carbidzersetzung benutzten Senkeimer, welcher die unvergasbaren Rückstände zurückhält, bei Apparaten nach dem Überschwemmsystem verbleiben diese Rückstände ebenfalls in dem Carbidkorbe resp. Carbidbehälter, während der Schlamm mit dem Wasser überfliefst.

Zur rationellen Herstellung des Acetylens ist es erforderlich, dafs das Zersetzungswasser möglichst gut ausgenutzt wird, ehe man es mit dem Schlamm abläfst. Acetylen löst sich in Wasser in ziemlich bedeutenden Mengen [2], deshalb erscheint es zweckmäfsig, bei Apparaten, die mit grofsem Wasserüberschufs arbeiten, nach erfolgter Carbidzersetzung nur den Schlamm als solchen abzuführen, das nicht verwendete Wasser dagegen im Entwickler zu belassen [3]. Dies bedingt, dafs eine Trennung von Schlamm und Wasser und sodann eine möglichst stofsfreie Abführung des Schlammes stattfindet. Erstere erfolgt, wenn man den Entwicklerinhalt nach stattgefundener Vergasung eine Zeit lang ruhig stehen läfst, die zweite durch Anordnung eines geneigten Bodens, dessen Gleitfläche zum Schlammaustritt fällt (Fig. 250 und 253.

Die Siebe oder Roste, auf denen sich die unvergasten Rückstände ablagern, müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Diese Arbeit wird

---

[1]) Vergl. S. 62 bis 68. — [2]) Vergl. S. 152 und S. 435. — [3]) Vergl. auch weiter unten die Darlegungen über die Wiederbenutzung des Entwickelungswassers in „Die Carbidrückstände und ihre Verwertung“.

dadurch erleichtert, dafs das Sieb gleichfalls geneigt angeordnet und an tiefster Stelle des Rostes in der Wand des Entwicklers ein Armloch angebracht wird. Letzteres wird mit einer Flansche versehen und mit einem Deckel zweckmäfsigerweise ähnlich den bekannten Kajütverschlüssen verschlossen.'

Eine Entfernung des Schlammes erfolgt an tiefster Stelle des Bodens je nach Konstruktion des Entwicklers von unten (Fig. 242) oder von der Seite (Fig. 244, 245, 248, 249, 250, 253). Als Absperrorgane werden sowohl Hähne als auch Schieber verwendet. Erstere müssen volle Durchgangsöffnungen haben und werden mittels Flansche an den Entwickler direkt befestigt; eine Einschaltung von Rohrstücken zwischen Entwickler und Hahn ist nicht zweckmäfsig. Die Hähne werden entweder mit Ausgufs versehen (Fig. 258) oder, falls sich an den Ausgufs noch eine Schlammrohrleitung anschliefsen soll, mit Doppelflanschen (Fig. 259). Die Hauptdimensionen der hierfür gebräuchlichen Sorten sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

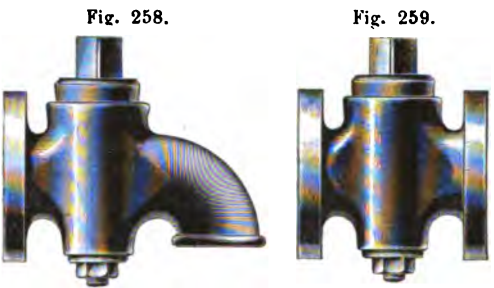


Fig. 258. Schlammablafshahn.

Fig. 259. Schlammdurchgangshahn.

Durchgangsöffnung der Hähne	50 mm	55 mm	60 mm	65 mm	70 mm	75 mm	80 mm
Zapfendurchmesser							
bei Hähnen in Rotgufs	67	76	80	89	96	102	102
" " " Eisen	76	80	85	89	96	102	102
Zapfenlänge	33	35	36	36	36	40	40
Flanschendurchmesser							
bei Rotgufshähnen	140	150	160	170	175	180	190
" " schweres Modell (Fig. 259) und bei Eisenhähnen	160	170	175	180	185	190	200
Baulängen							
bei Rotgufs- u. Eisenhähnen	160	170	180	195	210	225	240
bei Eisenhähnen	210	220	230	240	250	260	270

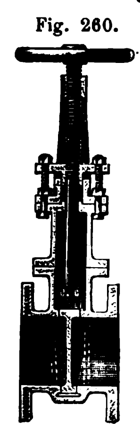
An Stelle von Hähnen, welche infolge der dem Schlamme beigemengten festen Teilchen leicht der Abnutzung unterliegen und undicht werden, bedient man sich zum Ablassen des Kalkschlammes vorteilhaft der Schieber, von denen insbesondere solche zu empfehlen sind, welche in Form der gewöhnlichen Wasserschieber (für Flanschenröhren)

angeordnet werden. In den meisten Fällen werden solche kurzer Baulängen (Fig. 260) verwendet nach Dimensionstabelle:

Lichte Weite D mm	Flanschendurchmesser D[1] mm	Baulänge L mm	Lichte Weite D mm	Flanschendurchmesser D[1] mm	Baulänge L mm
40	140	140	125	260	200
50	160	150	150	290	210
60	175	160	175	320	220
70	185	170	200	350	230
80	200	180	225	370	240
90	215	185	250	400	250
100	230	190			

Ein leichtes Abfliefsen des Schlammes gestatten die Schieber nach Lindley (Fig. 261), bei welchen die beiden Flanschen in der Mittelachse versetzt sind; besonders empfehlenswert und eine möglichst rasche Bedienung gestattend sind die Ablafsschieber, Fig. 262 (mit

Fig. 260.



Schlammablafsschieber.

Fig. 261.



Schlammablafsschieber nach Lindley.

Fig. 262.



Schlammablafsschieber mit Rapidverschlufs und geradem Auslauf.

geradem Auslauf) und Fig. 263 (mit schrägem Auslauf), deren Spindel durch einen Hebel mit einem Ruck bedient wird [1]).

Die Fortführung des Schlammes erfolgt in verschiedener Weise. Dieselbe geschieht einmal dadurch, dafs der Schlamm aus dem Absperrungsorgan (Hahn, Schieber oder dergl.) in einen Kanal abfliefst,

[1]) Vergl. auch weiter unten die neuerdings auf Veranlassung der Preufs. Eisenbahndirektion für die Acetylenentwickler in Mischgasanstalten von Julius Pintsch-Berlin ausgeführte bezw. geplante Vorrichtung zur Schlammentleerung in dem Kapitel „Mischgasanstalten“.

der zur Kalkgrube führt. In diesem Falle ist der Hahn mit einem Auslauf (Fig. 258), der Schieber mit einem als Auslauf dienenden passenden Krümmer versehen. Zweckmäfsigerweise wird vor dem Auslauf ein Trichter aus Holz oder dergl. mit eingelegtem Sieb eingebaut, auf dem der herausfliefsende Schlamm die mitgerissenen festen Teile absetzt, wodurch die Schlammwege vor Verstopfung geschützt werden.

Sodann kann auch der Schlamm durch Röhren abgeleitet werden, welche mit dem Auslauf in fester Verbindung stehen, so dafs sie eine Fortsetzung des letzteren bilden. Dabei ist zu beachten, dafs die Verbindung des Rohres mit dem Auslauf nicht durch eckige Kniestücke oder sonstwie geformte Pafsstücke erfolgt, welche ein Festsetzen des Schlammes ermöglichen. Vielmehr ist dieselbe so auszuführen, dafs

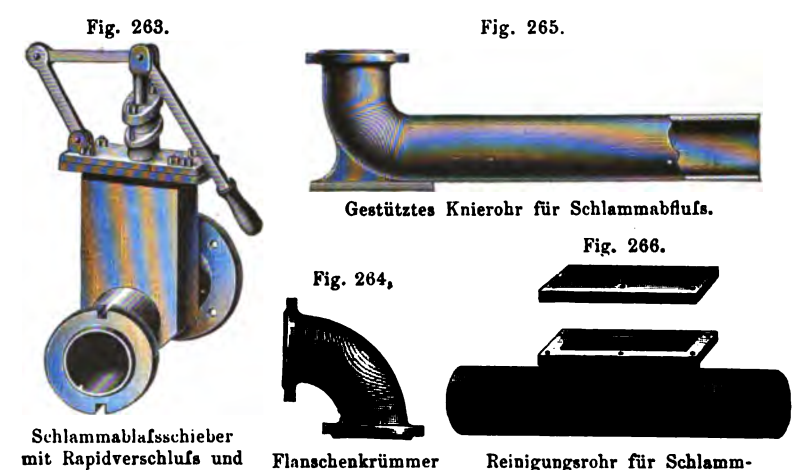


Fig. 263. Schlammablafsschieber mit Rapidverschlufs und schrägem Auslauf.

Fig. 264. Flanschenkrümmer f. Schlammabflufs.

Fig. 265. Gestütztes Knierohr für Schlammabflufs.

Fig. 266. Reinigungsrohr für Schlammleitungen.

der Schlamm leicht und ohne Stockung abfliefsen kann, also unter Anwendung von Krümmern, Formstücken *K*, *L* oder dergl.[1]). Zweckmäfsig ist die Anordnung eines rechtwinkeligen Flanschenkrümmers (Fig. 264) und anschliefsend daran eines Flanschenrohres (Fig. 265).

Die Fortleitung des Schlammes selbst kann, wie schon oben[2]) erwähnt, mittels Kanälen oder Rohren erfolgen. Die Kanäle werden ausgemauert, mit Cement ausgegossen und mit Riffelblechplatten belegt. Rohre werden aus Gufseisen oder Thon ausgeführt und direkt mit dem Ausflufsrohr verbunden. Es ist empfehlenswert, an einer oder mehreren Stellen der Schlammrohrleitung Reinigungsröhren (Fig. 266) einzubauen, die eine Befreiung der Leitung vom festgesetzten Schlamm u. s. w. gestatten.

In jedem Falle ist aber darauf zu achten, dafs die Leitung ein genügendes Gefälle hat und dem Abfliefsen des Schlammes nur geringste Widerstände bietet.

---

[1]) Vergl. weiter unten „Rohrnetz" S. 615. — [2]) Vergl. S. 513.

Bei Entwicklern mit kontinuierlichem Schlammabflufs gestaltet sich die Anordnung fast analog derjenigen für periodischen Abflufs, nur mit dem Unterschiede, dafs hierbei sowohl Schlammabführungshahn als auch Wasserzuflufshahn stets offen sind, und zwar letzterer je nach Bedarf und soweit, dafs eine ständige Ergänzung der abfliefsenden Flüssigkeit erfolgt.

Sonstige Armaturen der Entwickler.

Die übrigen Armaturen der Entwickler richten sich nach dem angewendeten System. Allen gemeinsam ist das Gasableitungsrohr, welches naturgemäfs so angebracht wird, dafs mit dem Gase möglichst wenig Zersetzungswasser oder Schlamm in die übrige Apparatur gelangt.

Aufserdem mufs jeder Entwickler mit einem Sicherheitsventil oder Sicherheitsrohr versehen sein, welches das Auftreten eines höheren Überdruckes verhindert. Ersteres ist nicht zu empfehlen, da mit dem Gase oft Kalkschlamm mitgerissen wird, welcher den Ventilsitz verstopft und die Funktion stört. In den meisten Fällen besteht deshalb die Sicherheitsvorrichtung in der Anlage eines Sicherheitsrohres. Dasselbe wird an der oberen Seite des Entwicklers befestigt und zweckmäfsig in Form eines Syphonrohres ausgestaltet, welches in ein mit Wasser gefülltes Gefäfs soweit eintaucht, wie der maximale Druck es erheischt, gewöhnlich 800 bis 1000 mm (Fig. 248). Um zu verhindern, dafs das etwa hierdurch entströmende Wasser in den Apparatraum gelangt, wird das Abschlufsgefäfs ganz geschlossen ausgeführt und mit einem Wasserzuflufs- und Wasserabflufshahn, sowie aufserdem mit einem über das Dach des Apparathauses führenden Abströmrohr versehen.

Bei Entwicklern des Einwurfsystems ist es von Wichtigkeit, wenn man die Entleerung des Schlammes und Zuführung des Wassers so ausführen kann, dafs Luft nicht zutreten kann. Natürlich ist dies bei Entwicklern, bei denen Carbidbehälter in den Entwicklerraum eingehängt (Fig. 250) oder eingeführt werden müssen (Fig. 242 und 243), an sich ausgeschlossen. In solchen Fällen darf man das bei der jedesmal ersten Entwickelung entstehende Acetylen-Luft-Gemisch nicht an die Konsumstellen abgeben. Dasselbe mufs vielmehr abgeleitet werden, zu welchem Zwecke die Anordnung eines besonderen Gasausganges erforderlich ist, der, um ein Entweichen dieses Gemisches in die Anstalt zu verhindern, über das Dach des Gebäudes geführt wird. Eine über der Carbidzuführungsöffnung angebrachte Entlüftungsvorrichtung ist auch notwendig bei offenen Entwicklern (Fig. 244, 252, 254), bei denen Carbidzuführungs- und Gasableitungsweg durch einen hydraulisch durch das Entwickelungswasser selbst hergestellten Verschlufs getrennt sind.

Bei verschliefsbaren Entwicklern läfst sich die luftfreie Füllung ausführen, wenn man dafür Sorge trägt, dafs beim Ablassen des Schlammes

Acetylen in den Entwickler nachströmen kann, so dafs derselbe nicht mit Luft, sondern mit Acetylen gefüllt ist. Zu diesem Zwecke ist es notwendig, dafs zwischen Entwickler und Gasbehälter ein direkter Weg geschaffen wird, sei es durch Anordnung einer besonderen Leitung, oder durch Anlage einer Umlaufleitung für diejenigen Apparate, welche einen hydraulischen Verschlufs zwischen diesen beiden bilden.

Über sonstige Armaturen: Wasserstandsgläser, Überlaufrohre u. s. w. ist schon an entsprechender Stelle berichtet worden.

Gröfse und Ausführung der Entwickler.

Die Gröfse der angewendeten Entwickler ist abhängig von der Produktionsgröfse der Gasanstalt und dem angewendeten System.

Bei Acetylenzentralen, die mangels entsprechend zuverlässiger automatischer Konstruktionen fast durchweg mit dem Aufspeicherungssystem arbeiten müssen, wird gewöhnlich das während einer Nacht verwendete Gas am Tage hergestellt und im Gasbehälter aufbewahrt.

Mit Recht ist die Nachtarbeit nicht beliebt, denn abgesehen davon, dafs eine solche bei künstlicher Beleuchtung ausgeführt werden mufs, was zu vermeiden ist, erfordert sie auch die Anstellung einer besonderen Kraft auf der Gasanstalt, was gleichbedeutend ist mit der Verteuerung des Betriebes.

Für den einfachen Betrieb einer Acetylenzentrale genügt gewöhnlich ein Mann, der aber nur eine Schicht, d. h. am Tage, arbeiten kann. Sind genügend grofse Apparate vorhanden, so kann er das zur Beleuchtung nötige Gas auch bequem während der Arbeitszeit herstellen. Ist dies nicht der Fall, so mufs die Gasmachung auch abends vor sich gehen, jedoch natürlich unter Zuziehung einer weiteren Kraft. Der Unterschied in den Kosten bei dem Bau gröfserer oder kleinerer Apparate ist aber verhältnismäfsig so gering, dafs es nicht lohnt, diese zu sparen, um nachher desto mehr beim Betriebe auszugeben.

Es ist deshalb in allen Fällen ratsam, die Gröfse der Apparate so zu bemessen, dafs dieselbe für den Tagesbetrieb ausreicht, d. h. dafs man mit diesen Apparaten am Tage eine für den Bedarf von 24 Stunden auch zur Zeit des gröfsten Gasbedarfes (Dezember-Januar) ausreichende Gasmenge herstellen kann. Dies gilt vorzugsweise für den Entwickler.

Die Gröfse der einzelnen Entwickler ist ferner im hohen Grade abhängig von ihrer Anzahl, doch gilt auch hier die Regel, dafs, je weniger Entwickler vorhanden sind, desto einfacher und deshalb auch billiger sich der Betrieb gestaltet.

Für die einzelnen Entwickler richtet sich die Gröfse je nach den Produktionsanforderungen, die an sie gestellt werden. Hierbei sind alle diejenigen Umstände zu beachten, welche mit dem besonderen Zwecke der Zentrale, bei möglichst grofser Ausbeute ein möglichst wenig verunreinigtes Gas zu erlangen, zusammenhängen. Es mufs deshalb die

Menge des Entwickelungswassers so bemessen werden, dafs eine Überhitzung nicht stattfindet, d. h. es müssen pro Kilo Carbid mindestens 5 bis 6 Liter Wasser verwendet werden. Ferner mufs die Vergasung ohne Überlastung erfolgen, d. h. es ist notwendig, dafs jede Portion Carbid, welche der Wassereinwirkung unterworfen wird, auch thatsächlich zersetzt ist, ehe eine neue Portion zur Gasbereitung verwendet wird.

Die Entwickler müssen so grofs sein, dafs sie die Produktion bewältigen können, ohne dafs eine wiederholte Reinigung notwendig wird, d. h. aus jedem Entwickler soll der Kalkschlamm höchstens einmal am Tage abgelassen werden. Bei Anwendung von Entwicklern nach dem Zulaufsystem (wie z. B. in Zwischenahn, Fig. 242) ist es nicht möglich, diese Forderung zu erfüllen. Jedoch auch hier ist es zweckmäfsig, die Zahl der Entwickler so grofs zu nehmen (in Zwischenahn sind deren drei angeordnet), dafs sich die Zahl der Füllungen jedes einzelnen Entwicklers während einer Betriebsperiode möglichst klein gestaltet. Dies ist schon deshalb wünschenswert, weil vor jedesmaliger Neufüllung des Entwicklers eine Reinigung desselben und eine Trocknung des Carbidbehälters erforderlich sind.

Die Entwickelung selbst mufs ohne Überhastung und ohne Überlastung vor sich gehen, d. h. es darf weder eine so grofse Menge Gas auf einmal erzeugt werden, dafs dieselbe nicht vollständig auf dem ordnungsmäfsigen Wege abströmen kann, und deshalb durch die Sicherheitsauslässe entweichen mufs, noch darf eine Überhitzung stattfinden.

Die Wasserzuführung mufs so bemessen sein, dafs die Wasserfüllung in möglichst kurzer Zeit erfolgt; das Gleiche gilt vom Ablassen des Schlammes. Im Durchschnitt gelten folgende Zahlen bei einer Tagesproduktion von 50 cbm.

Beim Zulaufsystem: Gröfse der Carbidbehälter insgesamt 50 Liter (bei zehnmaliger Füllung).

Beim Einwurfsystem: Nutzbarer Raum der Entwickler insgesamt 1200 bis 1500 Liter, zweckmäfsig auf zwei Entwickler von je 600 bis 750 Liter nutzbarem Inhalt verteilt.

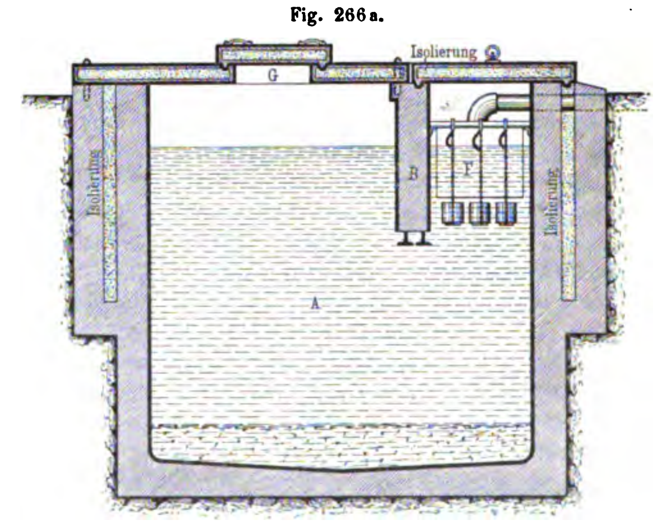
Durchmesser des	Wasserrohres	1 bis $1^1/_2$″
„ „	Sicherheitsrohres	$1^1/_2$″
„ „	Gasableitungsrohres	125 mm
„ „	Schlammablasses	125 „
„	der Armlöcher	200 „

Selbstredend schwanken diese Zahlen ungemein, je nach dem angewendeten System. So können z. B. Entwickler mit kontinuierlichem Wasserzuflufs und Schlammablafs erheblich kleiner genommen werden, ebenso Entwickler, bei denen Schlammentfernung und Wasserzuführung öfters stattfindet (Fig. 252). Wie aber schon oben angeführt wurde, ist es ratsam, auch hier die Gröfsenverhältnisse so zu gestalten, dafs eine Erschwerung der Anstaltsarbeiten nicht stattfindet.

In neuester Zeit haben sich Bestrebungen geltend gemacht, die tägliche Anstaltsarbeit (Entfernung des Kalkschlammes, Zuführung von Wasser u. s. w.) dadurch zu vereinfachen, dafs man die Carbidzuführungsvorrichtungen direkt an die Kalkgruben anordnete, sodafs diese letzteren dadurch einen integrierenden Teil des Entwicklers bilden [1]).

Natürlicherweise müssen hierbei die Kalkgruben vollkommen undurchlässig sein. Sie dienen als Schlammsammler derart, dafs der abgeschiedene Kalk sich absetzt und nur von Zeit zu Zeit herausgehoben wird. Solche Anlagen sind unter anderen ausgeführt von der Maschinen- und Metallwarenfabrik Richard Klinger, Gumpoldskirchen in Spitz a. d. Donau [2]) und Gumpoldskirchen [2]) (vergl. Fig. 252a), von Meifsner, Frankfurt a. M. in Rönsahl [3]) (Westfalen) und in Hinsbeck [4]) (Rheinprovinz).

Fig. 266a.



Entwickler mit Kalkschlammbehälter.

Der Entwickler (Fig. 266a) besteht hierbei aus der ausgemauerten und mit Teer ausgegossenen oder in anderer Weise isolierten Kalkgrube *A*, welche durch eine nicht bis an den Boden reichende Scheidewand *B* in zwei Teile geteilt ist. In dem einen, rechten, sind angeordnet die Carbidzuführungsvorrichtungen und der Gassammler *F*; der andere Teil ist mit einer durch Deckel verschlossenen Öffnung *G* versehen. Die Carbidzersetzung wird so lange fortgeführt, bis der Kalk sich etwa zur Höhe der Zwischenwand abgelagert hat; sodann wird derselbe vermittelst der Öffnung *G* abgestochen und frisches Wasser nachgefüllt.

---

[1]) Vergl. oben S. 536. — [2]) Vergl. S. 678. — [3]) Vergl. S. 673. — [4]) Vergl. S. 675.

Je nach der Gröfse der Kalkgrube und dem Umfange des Betriebes soll das alle drei bis sechs Monate geschehen, doch fehlen zunächst hierüber, wie überhaupt über diesen Betrieb, noch ausgedehnte Erfahrungen.

Die Ausführung der Entwickler ist eine sehr mannigfache. Sie regelt sich, ebenso wie diejenige der Hausapparate, nach den Normen[1]) des Deutschen Acetylenvereins und ist deshalb als Entwicklermaterial lediglich Schmiede- oder Gufseisen zulässig.

Fig. 267.

Entwickler aus Schmiedeeisen. (Werkstattzeichnung.)

Bei Schmiedeeisen darf nur beste Kesselschmiedearbeit Verwendung finden. In der neuesten Zeit sind Entwickler unter Anwendung besonderer Schweifsverfahren (elektrisch, Wassergas) hergestellt worden, die sich gut bewährt haben. Eine durchaus solide und zweckmäfsige Verbindung des Baumaterials und Anbringung der Armaturen ist Grundbedingung bei Errichtung von Zentralen.

[1]) Vergl. S. 337.

Die verwendeten Bleche müssen durchaus fehlerfrei sein und mindestens 4 mm Durchmesser haben. Für Entwickler gröfserer Dimensionen (über 1000 Liter) sind Bleche von 6 mm, für Böden von 8 mm Stärke anzuwenden. Die Vernietungen sind in der Art auszuführen, wie solche beim Gasbehälterbau üblich sind. Es hat der Durchmesser der Niete 6 bis $6^1/_2$ mm, die Entfernung der Nietnahten voneinander 28 bis 30 mm, die Entfernung von Mitte Nietnaht bis Blechrand 15 mm zu betragen. Einfache Nietnaht ist meist ausreichend. Als Schrauben verwende man solche von 7,9 bis 9,5 mm Bolzendurchmesser ($^3/_9$ nach Whitworth).

Innenanstrich ist nicht notwendig, Aufsenanstrich dagegen erwünscht. Als solcher empfiehlt sich die Verwendung sogen. submariner Farben oder Teeranstriche (Siderosthen-Lubrose).

Als Beispiel einer soliden und empfehlenswerten Ausführung sei hier die Werkstattzeichnung und Stückliste der Entwickler mitgeteilt, wie solche auf der Zentrale Helgoland verwendet worden sind (Fig. 267 a. v. S.).

Zeichen	Stück	Benennung	Material
A	1	Kesselmantel mit Böden u. Befestigungswinkeln	Schmiedeeisen
S	1	Rost aus T-Eisen auf Flacheisenring	"
T	1	Tragering dazu	"
P	1	Flansche für Kajütverschlufs (Armloch)	"
P	1	" " " "	"
C	1	Anschlufsflansche für Carbideinführung	"
R	1	Anschlufsflansche 125 l/g, normal, für Wasserschieber	"
G	1	Anschlufsflansche wie vorher für Gasentnahme	"
F	1	Gewindeflansche mit 1 G. Gew. (Wasserzuführung)	"
E	1	Gewindeflansche mit $1^1/_2$ G. Gew. (Syphon)	"

Bei Verwendung von Gufseisen ist auf fehler- und blasenfreien Gufs zu achten. Es genügt in den meisten Fällen sogen. Maschinengufs, doch empfiehlt es sich, nach Fertigstellung das Gufsstück zu härten. Als Material verwende man reines Hämatiteisen (englisches oder deutsches Nr. 3) mit Alteisen oder Roheisen Nr. 3 gattiert.

Kondensatoren und Wäscher.

Das aus den Entwicklern der Acetylenzentralen entströmende Gas besitzt je nach der Art der Entwickelung eine mehr oder minder hohe Temperatur, wenn auch, wie schon oben[1]) ausgeführt wurde, von An-

[1]) Vergl. S. 537, 547.

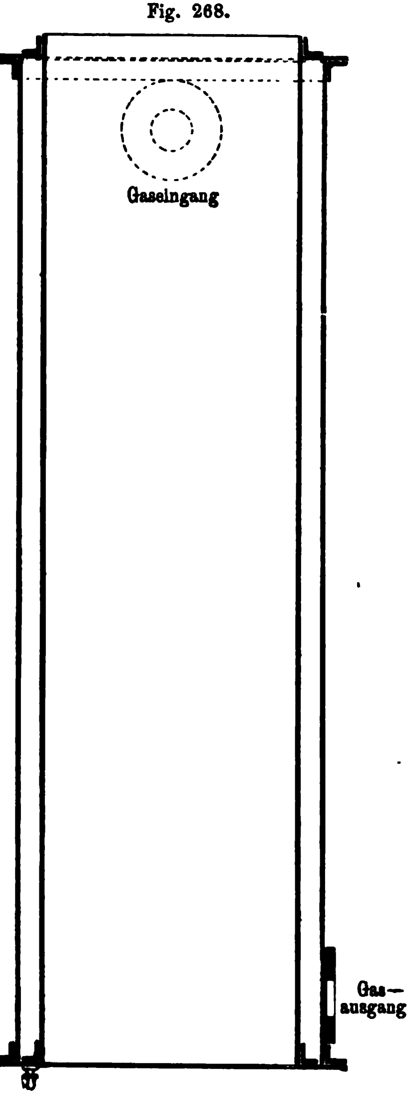
fang an darauf geachtet werden muſs, daſs ein kühles Gas entsteht. Das Acetylen ist gesättigt mit Wasserdämpfen, beladen mit mitgerissenen Wasser- und Schlammteilchen und enthält sämtliche Verunreinigungen des Gases, die bei dem benutzten Entwickelungssystem entstehen können.

Ein solches Gas bedarf, ehe es in die Apparate zur Aufbewahrung und Reinigung gelangt, einer gewissen Vorreinigung und namentlich auch einer Abkühlung bis auf Lufttemperatur.

In vielen Zentralen wird auf diese Vorbehandlung des Gases viel zu wenig Wert gelegt, trotzdem es sich erwiesen hat, daſs ein gut gekühltes und vorgereinigtes Gas die Gebrauchsdauer der Reinigungs- und Trocknungsmasse in günstigster Weise beeinfluſst, wodurch die Betriebskosten der Gasanstalt herabgemindert werden.

Die für Kondensation und Kühlung des erhaltenen Gases angewendeten Systeme sind entsprechend der verhältnismäſsig niedrigen Temperatur des aus den Entwicklern strömenden Acetylens (höchstens 50 bis 60° C.) und entsprechend der verhältnismäſsig geringen Menge mechanisch beigemengter Stoffe die einfachsten, welche für diese Zwecke verwendet werden. Es sind sowohl Luft- als auch Wasserkühler im Gebrauch.

Fig. 268.



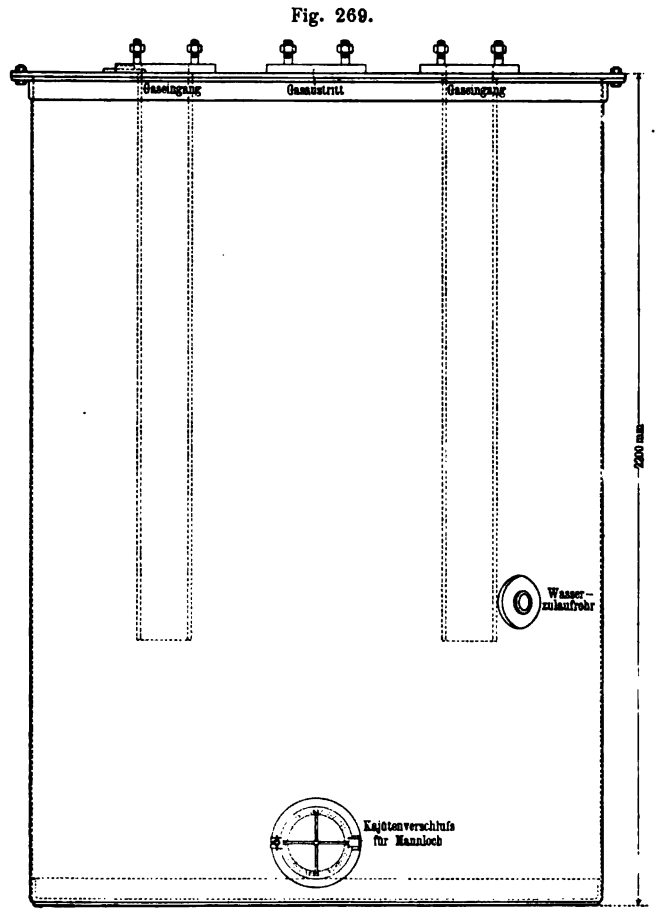
Luftkühler für Acetylen.

Die Luftkühler bestehen zumeist aus zwei konzentrischen Blechcylindern, deren Abstand voneinander nicht mehr als 75 mm beträgt. Der ringförmige Zwischenraum dient als Gasdurchgang, während innen und auſsen die Wandungen durch die zutretende

Luft gekühlt werden. Einen solchen von der „Hera-Prometheus“ A.-G. verwendeten Luftkühler zeigt Fig. 268 (a. v. S.).

Die für Acetylen verwendeten Wasserkühler sind verschiedenster Konstruktion. Eine sehr einfache Ausführungsart ist in Fig. 110 [1]) dargestellt. Das aus den Entwicklern strömende Gas wird in ein im Kühler unterhalb des Wasserspiegels mündendes Rohr geführt, steigt

Fig. 269.



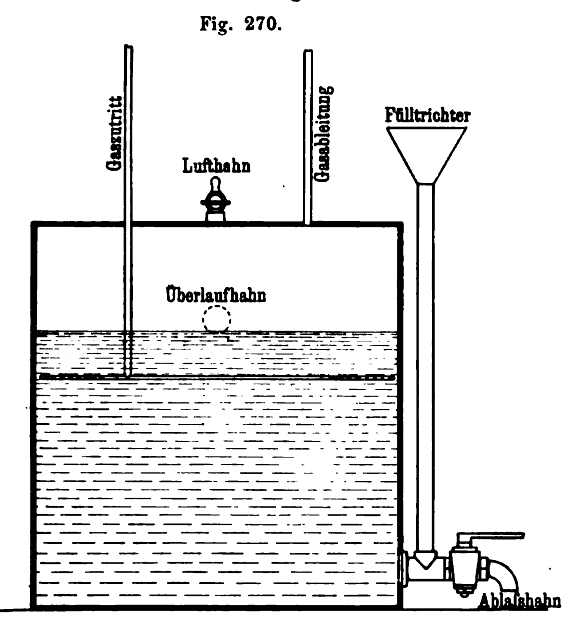
Wasserkühler (Wäscher) für Acetylen.

durch das Waschwasser hindurch und entweicht aus einer am Kühler angebrachten Gasableitung. Für gewöhnlich wird nur ein Teil des Kühlers mit Wasser gefüllt, sodafs der über dem Wasserspiegel befindliche Gasraum zur Expansion des entweichenden Gases dient, wodurch dasselbe von mitgerissenen Wasserteilchen befreit wird. In

[1]) Vergl. S. 326.

Fig. 269 ist ein solcher Wasserkühler dargestellt, wie er in der Acetylenzentrale Helgoland Verwendung gefunden hat. Derselbe dient zur Kühlung des in zwei Entwicklern erzeugten Gases.

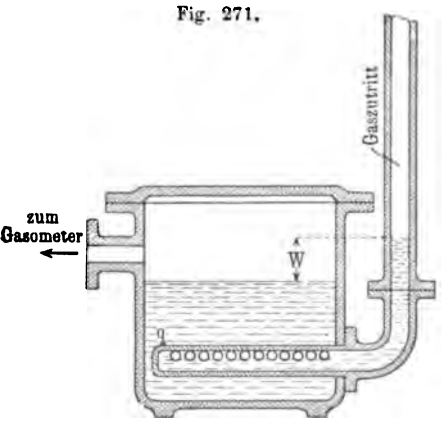
Fig. 270.



Wäscher für Acetylen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft.

Um eine wirksamere Waschung des Gases zu erhalten, wird das Gaszuleitungsrohr oft in Form einer verzweigten Schlange, die mit kleinen Öffnungen versehen ist, angeordnet, so z. B. bei dem Wäscher der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft (Fig. 270) und demjenigen von Stricker in Romanshorn (Fig. 271).

Fig. 271.

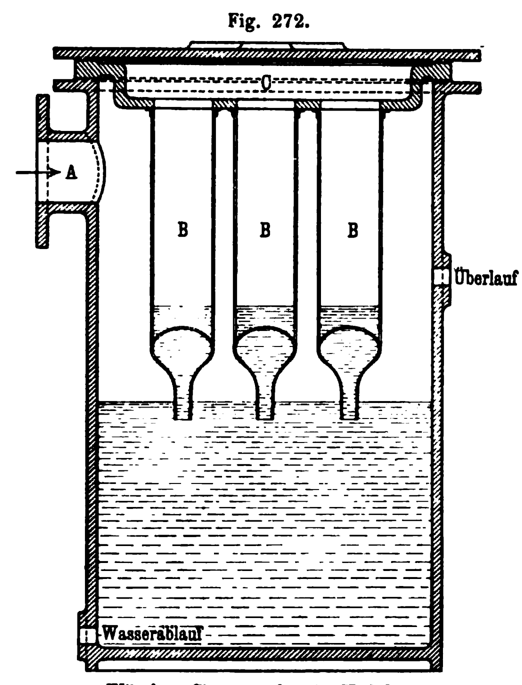


Wäscher für Acetylen von Stricker, Romanshorn.

Eine sehr wirksame Waschung kann auch erzielt werden durch ein Wäschersystem, wie es auf der Acetylenzentrale Hafsfurt Anwendung gefunden hat (Fig. 272 a. f. S.). Das Gas strömt in den Wäscher durch das Rohr *A* und entströmt durch die Röhren *B*, welche in das Waschwasser eintauchen. Die Röhren *B* münden ein in die mit einem Gasableitungsrohr versehene gemeinsame Kammer *C*.

Die Wäscher dieser Systeme sind auch darum empfehlenswert, weil sie gleichzeitig einen hydraulischen Verschlufs zwischen dem Entwickler und der folgenden Apparatur bilden und unterscheiden sich damit vorteilhaft von den Luftkühlern, bei deren Anwendung noch die Einschaltung eines Wassertopfes nötig ist. Dies ist auch der Fall bei Anwendung der Wäscher Fig. 273, bei denen das Gas durch eine Reihe von Sieben geführt wird, auf denen sich Koks befindet, welcher eventuell mit Wasser berieselt werden kann.

Fig. 272.



Wäscher für Acetylen in Hafsfurt.

Die Gröfse der Kühler ist abhängig von der Leistungsfähigkeit der Entwickler. Bei Anwendung von Luftkühlern soll für je 10 cbm stündlich erzeugten Gases der Kühlraum $1^1/_2$ cbm betragen, bei Wasserkühlern 1 cbm. Bei Wäschern sind für je 10 cbm stündlich erzeugten Gases 0,25 bis 0,35 cbm Wasser zu rechnen; genau läfst sich die Gröfse des Wasserkühlers nach der Formel von Perissini berechnen[1]); bezeichnet:

F = die ganze Kühlfläche in qm,
a = eine Konstante = 0,2,
G = das Gewicht der stündlich den Apparat passierenden Gasmenge (1 cbm = 1,189 kg bei 0,92 spec. Gewicht nach Perrodil),
α = die nötige konstante Wärmemenge, um 1 kg Gas auf dem Wege durch den Kühler um 1° C. zu kühlen (α = 0,6 Cal.),
β = die mit der Temperatur des Gases veränderliche Wärmemenge, welche zur Kondensierung der im Gase enthaltenen Wasserdämpfe zu entziehen ist und die ferner zur Abkühlung des sich ablagernden mechanisch beigemengten Wasserdampfes dient (β = 0,09),

so lautet die Formel von Perissini:

$$F = a \cdot G \cdot \left[2{,}3\,\beta \log \frac{T_0 - t}{T_1 - t} + (\alpha + \beta t)\left(\frac{1}{T_1 - t} - \frac{1}{T_0 - t}\right)\right].$$

[1]) Schaars Gaskalender 1902, 59.

Wenn wir jetzt nach Scheel und Bernát

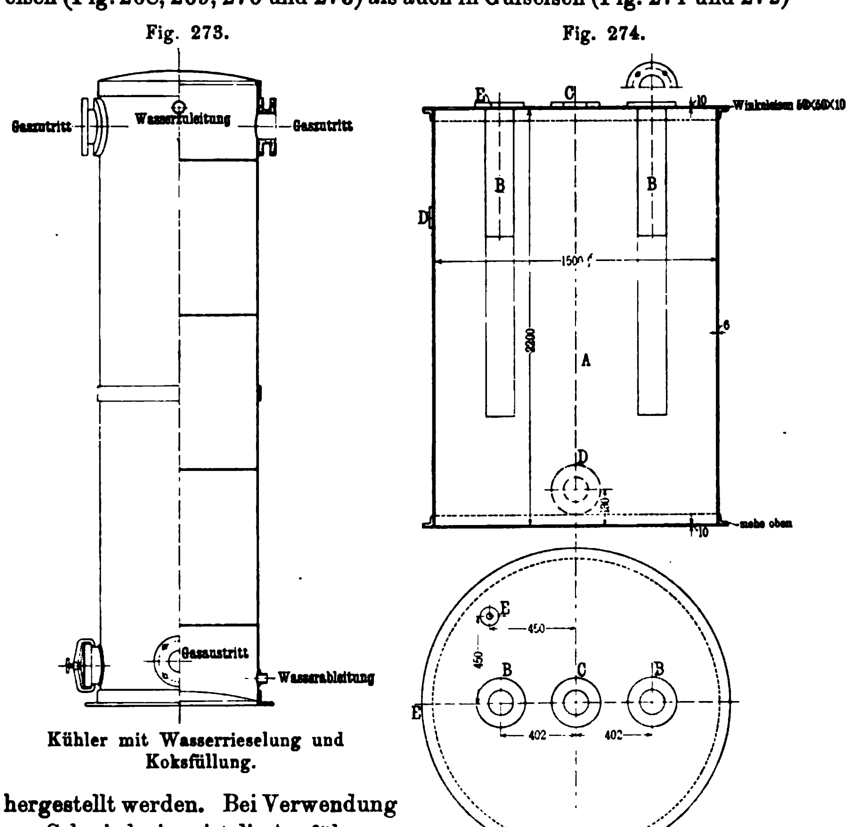
$$G = \frac{1}{1{,}189}\,Q$$

und für die Konstanten a, α und β die oben angegebenen Zahlen einsetzen, weiter die Temperatur des eintretenden Gases mit T_0, diejenige des austretenden Gases mit T_1 und die Temperatur des Wassers mit t bezeichnen, so erhalten wir:

$$F = 0{,}169\,Q\left[0{,}207\log\frac{T_0 - t}{T_1 - t} + (0{,}06 + 0{,}09\,t)\left(\frac{1}{T_1 - t} - \frac{1}{T_0 - t}\right)\right].$$

Kondensatoren (Kühler) und Wäscher können sowohl in Schmiedeeisen (Fig. 268, 269, 270 und 273) als auch in Gufseisen (Fig. 271 und 272)

Fig. 273. Fig. 274.



Kühler mit Wasserrieselung und Koksfüllung.

hergestellt werden. Bei Verwendung von Schmiedeeisen ist die Ausführung genau so in bester Kesselarbeit zu bewerkstelligen wie bei den Entwicklern. Bei Ausführung in Gufseisen ist

Kondensator für Acetylengas. (Werkstattzeichnung.)

Maschinengufs zu verwenden. Als Beispiel ist in Fig. 274 die Werkstattzeichnung eines Kondensators üblichster Konstruktion angegeben.

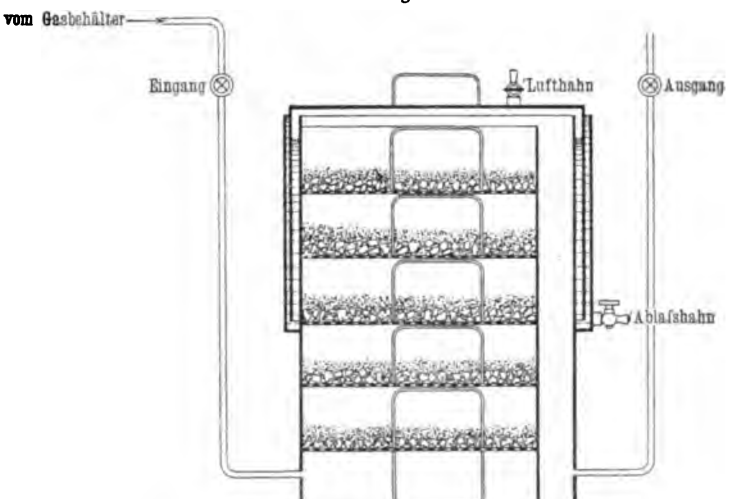
Reiniger und Trockner.

Das System der Reiniger und der Trockner richtet sich nach der Natur der in den Zentralen verwendeten Reinigungsmaterialien.

Zu Anfang sind wohl in einigen Zentralen flüssige Gasreinigungsmittel angewendet worden. Als Reiniger dienten dann Wäscher einer der bekannten Konstruktionen. Doch schon nach kurzer Zeit hat man von der Verwendung dieser Mittel abgesehen und ist zur Benutzung trockener Reinigungsmassen übergegangen.

Die verwendeten Trockenreiniger entsprechen zumeist in ihrer Konstruktion den einfachen Hordenreinigern, wie sie bei der Steinkohlengasbereitung gebraucht werden und ferner vollkommen denjenigen bei den Hausanlagen [1]). Von den letzteren unterscheiden sie sich nur durch ihre Gröfse.

Fig. 275.



Reiniger der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft für Acetylenzentralen.

Die Reiniger haben sowohl runden wie viereckigen Querschnitt und werden in Schmiede- und in Gufseisen ausgeführt.

Für die reinigende Wirkung der Masse ist es von Wichtigkeit, dafs das Gas dieselbe vollständig durchdringt, ohne dafs jedoch grofse Druckverluste hierdurch entstehen. Von den in Zentralen benutzten Reinigern zeigt Fig. 275 denjenigen der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft, Fig. 276 denjenigen der „Hera-Prometheus“ A.-G. und Fig. 277 den von Keller & Knappich (Acetylenzentrale Hafsfurt).

Bei Reiniger Fig. 275 sind die Reinigungshorden mit einem Mittelkasten versehen, der eine Zwischenwand bildet. Das Gas steigt von

[1]) Vergl. S. 328 bis 331.

unten nach oben und sodann von der anderen Seite über die Zwischenwand von oben nach unten bis zum Austritt. Der Reiniger ist aus Schmiedeeisen gefertigt und mit Lufthahn und Wasserverschlufs versehen.

Fig. 276.

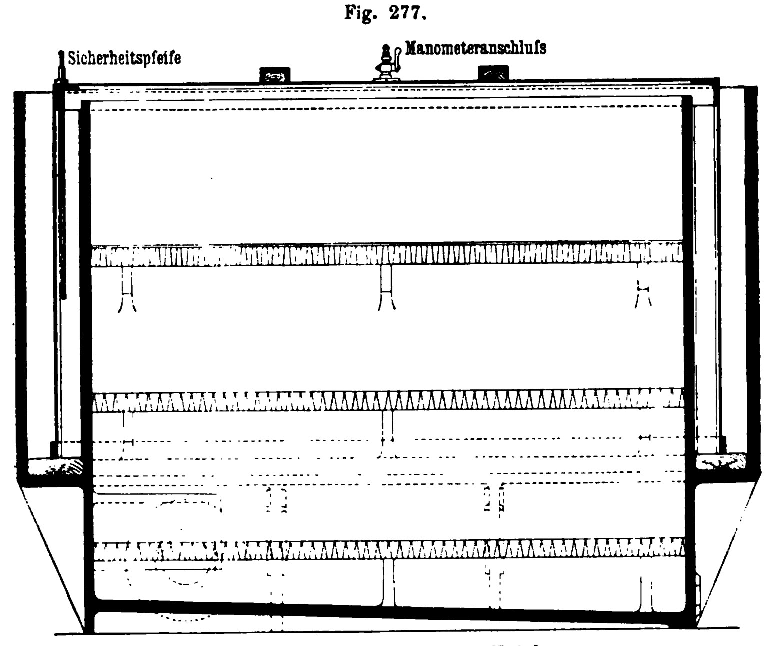
Entlüftungsflansch

Gaseintritt 3"

Gasaustritt 3"

Reiniger der „Hera-Prometheus" A.-G. für Acetylenzentralen.

Fig. 277.



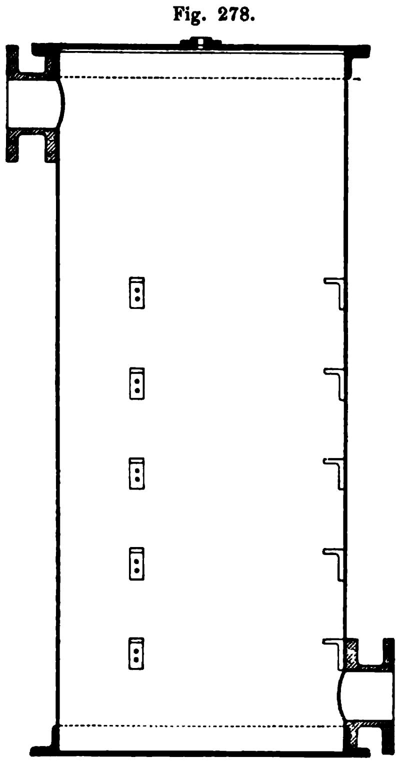
Reiniger der Acetylenzentrale Hafsfurt.

Der Reiniger Fig. 276 (a. v. S.), aus verbleitem Eisen gefertigt, ist von runder Form und ebenfalls mit Horden versehen. Das Gas dringt von unten ein, sammelt sich von der Seite in einer Gaskammer und wird aus derselben unten abgeleitet.

Der Reiniger Fig. 277 (a. v. S) ist aus Gufseisen gefertigt; die Horden bestehen aus einem Holzrost, auf den die Reinigungsmasse aufgeschüttet wird. Die übrige Armatur ist wie bei den vorigen.

Diese Reiniger gestatten nur die Verwendung solcher Massen, welche das Material derselben (Eisen) nicht angreifen. Für die Verwendung aktiver, stark saurer Massen oder dergl. sind besondere Vorrichtungen nötig und bestehen letztere zumeist in der Verwendung von Thontöpfen, die in das Reinigungsgefäfs dicht eingelegt werden. Ein solches Gefäfs mit Aufsenmantel (für Frankolin) ist in den Fig. 112 und 113[1]) dargestellt.

Fig. 278.



Hordentrockner für Acetylenzentralen.

Die Konstruktion der Trockner unterscheidet sich nicht von derjenigen der Reiniger; dieselben Apparate wie dort finden zur Aufnahme der Trockenmasse Anwendung. Zumeist sind jedoch die Trockner ebenso wie in manchen Fällen die Reiniger mit Ablafshähnen versehen, die in Kondenstöpfe münden.

Die Konstruktion eines Trockners mit fest verschlossenem Deckel, ausgeführt aus Schmiedeeisen, bei welchem der Übersichtlichkeit halber die innere Einrichtung nicht mit angeführt ist, zeigt Fig. 278.

An Armaturen sind für jeden Reiniger oder Trockner ein Probierhahn am Deckel und ein Ablafshahn am Boden des Apparates erforderlich. Bei Verwendung von Wasserverschlüssen müssen die Tassen mindestens 500 bis 600 mm tief und 150 bis 160 mm weit sein. Verschiedentlich werden auch die Reiniger und Trockner mit Sicherheitsventilen versehen und ist auch in dem Falle für die Ableitung etwa entweichender Gase nach aufsen Sorge zu tragen.

[1]) S. 328 u. 329.

Die Gröfse der Reiniger und Trockner richtet sich sowohl nach der Art der verwendeten Reinigungsmasse als auch nach der Geschwindigkeit des Gasdurchtritts. Bei Massen, deren Reinigung auf Oxydation beruht, bedarf es zur Reinigung einer längeren Berührung des Gases mit der Reinigungsmasse, als z. B. bei „Frankolin“, dessen Wirkung auf Fällung beruht. Die Reiniger müssen erheblich gröfser sein, wenn sie zwischen Entwickler und Gasbehälter angeordnet sind, als wenn ihre Aufstellung hinter dem Gasbehälter erfolgt. Bei einer Geschwindigkeit von 10 bis 12 m in der Sekunde, wie eine solche gewöhnlich zwischen Entwickler und Gasbehälter herrscht, sind für eine Produktion von 10 cbm stündlich im Durchschnitt 6 bis 7 qm Reinigungsfläche notwendig. Bei einer Gasgeschwindigkeit von nur 5 m in der Sekunde, wie sie in der Regel hinter dem Gasmesser angenommen werden kann, hat die Reinigungsfläche durchschnittlich 4 bis 5 qm für den stündlichen Durchgang von 10 cbm zu betragen. Bei rasch wirkenden, vornehmlich auf Ausfällung beruhenden Massen kann diese Zahl verkleinert, bei Massen, deren Wirkung nur eine oxydierende ist, mufs sie vergröfsert werden.

Für die Gröfse des Trockners gelten ähnliche Verhältnisse, nur dafs die Aufstellung des Trockners zwischen Entwickler und Gasbehälter nicht üblich ist.

Für die chemische Reinigung kommen die nämlichen Massen [1]) in Betracht wie bei den Hausanlagen. Die weiteste Verbreitung haben die Chlorkalkpräparate gefunden, die in allen ihren Abarten als „Acagin“, „Puratylen“ und als reiner Chlorkalk in Gemischen mit den verschiedenartigsten indifferenten Stoffen, wie Koks, Kieselgur, Steinbrocken verwendet werden.

Die Wirkung dieser Präparate ist eine recht verschiedene. Nach den von Caro, zum Teil gemeinschaftlich mit Vogel [2]) auf einer Reihe von Acetylenzentralen im praktischen Betriebe ausgeführten Untersuchungen sind folgende Reinigungsresultate mit diesen Massen erzielt worden.

„Acagin“ hat sich recht gut bewährt. Zwar ist das erhaltene Gas nicht vollständig frei von Schwefelverbindungen, auch enthält es geringe Mengen Chlor; bei sorgfältiger Anstaltsarbeit sind aber diese Mengen so gering, dafs sie keinerlei Einflufs auf die Lichtstärke und Lichthelligkeit ausüben.

„Puratylen“ zeigt erheblich schlechtere Resultate. Das erhaltene Gas ist stets chlorhaltig und zwar sind diese Mengen zum Teil so grofs, dafs sich Mifsstände bei der Verwendung des Gases bemerkbar machen. In dieser Beziehung nähert sich „Puratylen“ den meisten Präparaten, welche aus Mischungen von Chlorkalk mit mehr oder weniger grofsen Mengen indifferenter Stoffe beruhen. Bei Verwendung dieser Massen

---

[1]) Näheres hierüber vergl. S. 249 bis 263. — [2]) Originalmitteilung.

bilden sich stets gröſsere Chlormengen und wurde unter anderem bei Benutzung von Chlorkalk als Reinigungsmasse in einer süddeutschen Acetylenzentrale ein Gehalt von 0,062 g Chlor und in einer rheinländischen Zentrale ein solcher von 0,052 g Chlor in 1 Liter festgestellt, an sich eine übermäſsig hohe, schädlich wirkende Verunreinigung, die unbedingt zu Nachteilen führen muſs. Dazu kommt noch, daſs weder „Puratylen" noch die übrigen Chlorkalkpräparate (auſser „Acagin") eine wirklich gründliche Reinigung des Acetylens von den Verbindungen des Schwefels und teilweise auch des Phosphors bewirken. Trotzdem findet man in einer ganzen Reihe von Zentralen noch heute Chlorkalk im Gemenge mit den verschiedensten anderen Stoffen indifferenter Art im Betriebe, ein Verfahren, das ganz entschieden nicht zu empfehlen ist.

Bei Verwendung von Chlorkalkpräparaten ist es unbedingt notwendig, hinter dem Reiniger einen mit gebranntem Kalk gefüllten Trockner einzuschalten und letzteren auſserdem mit einem mechanischen Filter (Watte oder dergl.) zu versehen. Wird diese Maſsnahme vernachlässigt, so enthält das Gas gröſsere Mengen Verunreinigungen; auſserdem bleibt es mit feinen Partikelchen Kalkstaubes beladen, welche bis in die entferntesten Leitungen geführt werden und hier zur Verstopfung der Brenner u. s. w. Anlaſs geben können.

Als vorteilhaft bei dem Betriebe der Acetylenzentralen hat sich neben dem „Acagin" das „Heratol" erwiesen, dessen reinigende Wirkung eine recht gute und konstante ist. Das mit „Heratol" gereinigte Gas ist ziemlich frei von Phosphor und fast vollständig frei von Schwefel. Bei Verwendung des Heratols ist darauf zu achten, daſs die Querschnitte der Reiniger nicht zu gering bemessen werden, da es, um seine reinigende Wirkung auszuüben, einer etwas gröſseren Zeitdauer bedarf, als die Chlorkalkpräparate, und sind bei einer Stundenproduktion von 10 cbm mindestens 10 qm Reinigungsfläche erforderlich; dagegen kann beim „Heratol" die Nachreinigung mit Kalk wegfallen, wenn sie auch zum Zwecke der Nachtrocknung des Gases wünschenswert erscheint.

Als weitere Reinigungsmasse beim Betriebe von Acetylenzentralen hat das „Frankolin" Anwendung gefunden. Bezüglich seiner reinigenden Wirkung übertrifft dasselbe in quantitativer Hinsicht sowohl das „Acagin" als auch das „Heratol", und kann man deshalb Reiniger von geringerem Querschnitt als bei Benutzung von „Acagin" und „Heratol" in Anwendung bringen; dazu kommt noch, daſs die reinigende Wirkung sofort bei Berührung des Gases mit der Masse erfolgt. Es reicht ein Querschnitt von $4^1/_2$ bis 5 qm reinigende Fläche für eine stündliche Produktion von 10 cbm vollkommen aus. Die mit „Frankolin" erzielte Reinigung ist eine vollständige. Die Untersuchung einer gröſseren Blockzentrale, die mit dieser Masse versehen war, ergab, daſs Schwefel im Gase vollständig fehlte und von Phosphor nur unbestimmbare Spuren enthalten waren [1]).

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Die Benutzung des Frankolins bedingt aber einige Übelstände, sodafs dessen Verwendung im Anstaltsbetriebe besondere Mafsregeln erfordert; zunächst kann es nur in thönernen oder in eisernen Gefäfsen mit Thoneinlagen untergebracht werden; sodann ist eine ausgiebige Nachreinigung mit Kalk unbedingtes Erfordernis und zwar müssen die Kalkreiniger etwa doppelt so grofs sein wie bei der Verwendung von „Acagin“ oder anderen Chlorkalkpräparaten.

Zwischen der Frankolinmasse und dem Kalkreiniger mufs ein mechanisches Filter, Watte oder dergl., eingeschaltet werden, da sonst Teilchen von „Frankolin“ in den Kalk hinübergerissen und hier, nachdem die Säure durch letzteren neutralisiert wird, zur Bildung von explosiblem Acetylenkupfer Anlafs geben können. Wird der Kalkreiniger nicht angebracht, so enthält das Gas gröfsere Mengen sehr nachteilig wirkender Salzsäuredämpfe.

Die Untersuchung des Gases auf einer hessischen Acetylenzentrale, bei welcher „Frankolin“ ohne Nachreinigung mit Kalk verwendet wurde, ergab einen Gehalt von 0,012 Proz. Salzsäure und sind infolgedessen ausgedehnte Mifsstände beobachtet worden [1]).

Eine Regenerierung des Heratols oder Frankolins, wie solche von den Fabrikanten vorgeschlagen ist, wird in den Zentralen nicht geübt.

Die drei typischen Reinigungsmassen „Acagin“, „Heratol“ und „Frankolin“ zeigen demnach alle ihre besonderen Vorteile und Nachteile.

Über die Menge der in Zentralen anzuwendenden Reinigungsmassen lassen sich schwer bestimmte Angaben machen. Sie hängt im wesentlichen ab von dem Reinheitsgrade des benutzten Carbides, da aus den an anderer Stelle ausführlich dargelegten Gründen [2]) durch die meist bei Gegenwart eines hinreichenden Wasserüberschusses erfolgende Entwickelung in dieser Hinsicht nicht so grofse Unterschiede bedingt werden, wie bei den kleineren Hausanlagen. Nun kommen aber fortgesetzt Carbidsorten in den Handel, die sich in Bezug auf ihren für die Verwendung in Zentralen vornehmlich in Frage kommenden Gehalt an Phosphor- und Schwefelverbindungen sehr verschieden verhalten. Bei einem niedrigen Gehalt derselben und dementsprechend geringer Verunreinigung des Acetylens kann es wohl vorkommen, dafs die empfehlenswerten Reinigungsmassen „Acagin“, „Heratol“ und „Frankolin“ eine den Angaben der Fabrikanten entsprechende Gasmenge zu reinigen vermögen, d. h. „Acagin“ und „Heratol“ bis zu 30 cbm, „Frankolin“ bis zu 40 cbm für je 1 kg. Mit steigendem Gehalt des Gases an Verunreinigungen wird natürlich die durch die Gewichtseinheit zu reinigende Gasmenge geringer und erklären sich daher die aufserordentlichen Abweichungen in den Angaben der verschiedenen Beobachter. Gelegentlich [3]) konnte z. B. im Betriebe von Zentralen

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Vergl. S. 521, sowie ferner auch S. 226 f. und S. 273. — [3]) Caro und Vogel; Originalmitteilung.

beobachtet werden, daſs 1 kg „Acagin“ schon nach einem Durchgange von 6 bis 8 cbm Acetylen nicht mehr imstande war, das Gas ordnungsmäſsig von seinen Verunreinigungen zu befreien, sowie ferner, daſs im Verlaufe von etwa $^3/_4$ Jahren, wie aus den Angaben des Gasmeisters berechnet werden konnte, im Durchschnitt auf etwa 10 bis 11 cbm Acetylen 1 kg „Heratol“ benutzt war, während andererseits in einem Falle [1]) thatsächlich 1 kg „Frankolin“ zur Reinigung von 40 cbm Acetylen ausgereicht hatte. Da es sich aber in jedem Falle um andere Zentralen mit anderem Carbide handelte, so haben diese Ermittelungen nur für die betreffenden speziellen Fälle einigen Wert und sind jedenfalls in keinem Falle untereinander vergleichbar. Im allgemeinen ist schon aus rein wirtschaftlichen Gründen nicht zu raten, in den Zentralen mit der Verwendung der Reinigungsmasse zu sparsam zu sein. Immerhin ist ein allzu hoher Verbrauch daran unter sonst gleichen Verhältnissen nicht ohne jeden Einfluſs auf die Rentabilität einer Anlage.

Es ist sorgfältig darauf Rücksicht zu nehmen, daſs aus einer Zentrale nur gründlich gereinigtes Gas abgegeben wird. Die bei Verwendung eines ungereinigten Gases sich ergebenden Miſsstände sind nicht immer sofort in die Augen fallend. Zwar wird das Licht dadurch dunkler, es bilden sich hin und wieder auch Niederschläge, z. B. braune Tropfen an den Lampenschirmen; bei Anwendung von schlechtem Carbid entstehen sogar Dunstwolken. Das sind aber noch nicht die schlimmsten Übelstände, denn diese bestehen in der groſsen Abnutzung sowohl der Leitungsrohre als auch namentlich der Gasmesser, die schon nach verhältnismäſsig kurzer Zeit eintritt. Bei Benutzung nasser Gasmesser erfolgt eine Durchlochung der Meſstrommeln, bei Verwendung trockener Gasmesser wird die Membran spröde und die Angabe ungenau [2]). Unreines Gas wirkt ferner höchst schädlich auf sämtliche Dichtungen, gleichgültig wie dieselben ausgeführt sind, und hat auch eine ganz eigentümliche Veränderung der Struktur schmiedeeiserner Leitungsrohre zur Folge.

Alle diese Übelstände entstehen sowohl durch die aus dem Carbid stammenden Verunreinigungen des Gases, als auch namentlich durch Verunreinigungen, die in das Gas übergehen, hauptsächlich infolge Anwendung von Reinigungsmassen, welche aus Chlorkalk für sich oder in rein mechanischer Vermengung mit indifferenten Stoffen bestehen.

In einer hessischen Zentrale, bei der, wie oben mitgeteilt, das Gas stark chlorhaltig war und auſserdem infolge nicht rechtzeitiger Erneuerung des verbrauchten Frankolins auch gröſsere Mengen Verunreinigungen enthielt, erwies es sich, daſs die Leitungsrohre eigentümlich spröde wurden. Ein Rohr, das erst kurze Zeit in der Erde lag, war derart verändert, daſs es gar nicht möglich war, mit einer gewöhnlichen Schneidekluppe ein Gewinde anzuschneiden, vielmehr riſs dasselbe fort-

[1]) Caro, Originalmitteilung. — [2]) Caro, Originalmitteilung.

dauernd ab. Es scheint, dafs so verunreinigtes Gas, namentlich an Stellen, wo zwei Metalle (Schmiedeeisen und Gufseisen) oder Metall und Metallsalz (Eisen und Dichtungsmasse) miteinander in Berührung kommen, eigentümliche, vielleicht elektrolytische Erscheinungen hervorruft, die zu einem Undichtwerden dieser Stellen Anlafs geben.

Die Wirkung der Reinigungsmasse hängt natürlich im hohen Grade von der Vorreinigung ab, der das Gas unterworfen worden ist.

Es ist durchaus notwendig, wie schon in dem Kapitel „Kondensator und Wäscher" bemerkt wurde [1]), dafs das Gas vor Eintritt in die Reiniger gründlich gewaschen wird, um auf diese Weise die wasserlöslichen Verunreinigungen möglichst abzuscheiden. So z. B. soll das Acetylen, wenn es der chemischen Reinigung unterworfen wird, kein Ammoniak mehr und höchstens nur noch geringe Mengen freien Schwefelwasserstoffs enthalten.

Gasbehälter.

Die Gasbehälterglocken der Acetylenzentralen werden fast ausschliefslich als sogen. einhübige ausgeführt, da auch bei Aufspeicherung des Acetylens noch niemals die Notwendigkeit entstand, teleskopische Gasbehälter einzuführen.

Bei Anwendung des Handeinwurfbetriebes wird der Gasbehälter so grofs gewählt, dafs derselbe mindestens eine Tagesproduktion, d. h. für einen Tageskonsum Gas fassen kann; bei automatischem Betriebe mufs die Glocke immerhin genügend Aufspeicherungsraum besitzen, um die durch verschiedenartige Zersetzungsgeschwindigkeiten des Carbides verursachten Produktionsunterschiede auch bei gleichbleibendem Konsum ausgleichen zu können. Zwischen dem Aktionspunkt der Gasbehälterglocke, bei welchem eine Bethätigung der Carbidzersetzungsvorrichtung stattfindet, und dem tiefsten Stande der Glocke mufs deshalb in diesem Falle noch genügend Vorratsraum vorhanden sein.

In einigen Zentralen wird, wie bereits oben [2]) erwähnt, auch bei Entwicklern mit automatischem Betriebe eine Aufspeicherung des Acetylens vorgenommen; in solchen Fällen wird eine kleine Aktionsglocke angeordnet, welche sinkend oder steigend die automatische Zersetzung des Carbides regelt. Aufserdem ist in solchen Fällen mehrfach noch ein grofser Aufspeicherungsbehälter vorhanden, in den das Gas aus der Aktionsglocke übergeführt wird. Naturgemäfs mufs der Druck des Aufspeicherungsbehälters geringer sein als derjenige der Regulierungsglocke.

Die Gröfse des Gasbehälters richtet sich demnach nach dessen Zweckbestimmung (Aufspeicherung, Regulierung u. s. w.). Ihr nutzbarer Raum wird berechnet nach der Formel:

---

[1]) Vergl. S. 550. — [2]) Vergl. S. 485, 522, 532.

$$J \doteq \frac{D^2 \pi}{4} (H - h),$$

wobei J der Inhalt des Gasbehälters in Kubikmetern, D der Durchmesser des inneren Glockenmantels in Metern, H die Höhe des Glocken- resp. Ringmantels, gemessen von der untersten Fläche des Fuſsringes bis zur Kante des Eckringes in Metern, $h = 0{,}1$ m ist.

Die Ausführung der Gasbehälter geschieht in verschiedenartigster Weise. Als Material wird entweder ausschlieſslich Eisen, oder auch für die innere Glocke Eisen, für das äuſsere Bassin Mauerwerk u. s. w. angewendet.

Bassin.

Im allgemeinen soll nach der Formel von Schnuhr die Stärke des Bassins sein:

$$b = r \sqrt{\frac{f + p_1}{f - p_1 + 2 p_2}} - 1,$$

wobei b die Wandstärke, r den inneren Radius, p_1 den inneren Druck pro Quadrateinheit, p_2 den äuſseren Druck pro Quadrateinheit und f die zulässige Spannung des Materials bedeuten.

Bei Ausführung des Bassins in Mauerwerk werden sowohl Ziegelsteine als auch behauene Sandsteine u. s. w. mit Cementbindung verwendet. Der Steinverband ist so zu wählen, daſs die Horizontalfugen in tangentialer Richtung möglichst lang werden. Als Cement ist nur bester hydraulischer Cement mit 1 bis 3 Tln. Sand zu verwenden; wenn Wasseradern vorhanden sind, wird nur $^1/_2$ Tl. Sand zugesetzt. Die Steine müssen vor der Verwendung tüchtig genäſst werden, der Mörtel muſs einen steifen Brei bilden. Das Ringgemäuer wird auf seinem ganzen Umfange gleichmäſsig ausgeführt, die Höhendifferenz der fertigen Segmente darf nie mehr als 0,5 bis 0,8 m betragen. Das Bassin muſs treppenförmig aufgebaut werden, die Absätze sind naturgemäſs auſsen anzulegen, damit das umgebende Erdreich in guten Verband mit demselben tritt. Bei im Erdreich liegenden Bassins ist es zweckmäſsig, das Mauerwerk mit einer 250 bis 300 mm starken fetten Lehmschicht zu umgeben. Bei ganz oder teilweise aus der Erde ragenden Bassins ist durch eine starke Böschung ein genügendes Widerlager zu schaffen.

Für Acetylengasbehälter genügt zumeist die Stärke von $2^1/_2$ bis $1^1/_2$ Stein, abstufend von unten nach oben, je nach Gröſse des Behälters.

Innen erhält das Bassin einen etwa 15 mm starken Überzug aus 1 Tl. Portlandcement und 1 Tl. feingesiebtem Sand, der zweckmäſsig mit einem Korrosion verhütenden Anstrich, Teer, Siderosthen u. s. w. versehen wird. Neuerdings werden Bassins vorteilhaft ganz aus Beton durch Einstampfen am besten mit Lehm oder Mergel hergestellt. Die Mischung besteht aus $4^1/_2$ Tln. reinen, gewaschenen, scharfen Fluſssands, je $^1/_2$ Tl. weiſsen und hydraulischen Kalks gemischt, reichlich $^1/_4$ Tl. Portlandcement, mit einer Dicke von 25 bis 30 cm.

Der Anker und Bolzen für die Leitschienen, die Ein- und Austrittsrohre u. s. w. dürfen nicht erst nachträglich in das fertige Mauerwerk des Bassins eingesetzt werden, sondern nur während des Aufmauerns.

Bei Benutzung von eisernen Bassins wird als Material fast ausschliefslich, ebenso wie bei den Glocken, Flufseisen verwendet. Die Materialbeanspruchung soll höchstens betragen auf Zug und Druck 1200 kg/qcm, auf Abscherung 250 kg/qcm. Nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins soll die Wandstärke des Mantels bei Gasbehältern von 40 oder 50 cbm nutzbarem Fassungsraum mindestens 4 mm, diejenige der Böden mindestens 6 mm betragen. Gasbehälter mit einem noch gröfseren Fassungsraume kommen bei Acetylenzentralen in der Regel nicht in Frage.

Die Gröfseberechnung, Ausführung u. s. w. von eisernen Bassins erfolgt wie die nachstehend beschriebene der Gasbehälterglocken und zwar im wesentlichen nach den vom Verein von Gas- und Wasserfachmännern und dem Verbande deutscher Gasbehälterfabrikanten im Jahre 1901 aufgestellten Normalbedingungen.

Die eisernen Gasbassins werden ebenso wie die gemauerten entweder ganz frei aufgestellt oder ganz oder zum Teil in den Erdboden eingelassen; die hierbei nötigen Fundierungsarbeiten sind im Abschnitt „Fundamente“ [1]) bei Besprechung der Ausführung des Gasanstaltsgebäudes mitgeteilt worden, ebenso die Abänderungen, die solche erfahren bei Verwendung der Gasbehälterbassins mit segmentartigem Boden nach Intze.

Gasbehälterglocke.

Die Berechnung der Gröfse der Gasbehälterglocke ist bereits oben angegeben worden. Als Material wird im allgemeinen Flufseisen angewendet, welches den Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken und Hochbau, aufgestellt vom Verbande deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute [2]), entspricht.

Die Wandstärke berechnet sich nach der Formel:

$$\delta = \frac{D H \gamma}{2 . 100 . \varphi . s}.$$

In der Formel bedeuten: δ die Dicke des Blechs in Centimetern; D der innere Durchmesser des Beckens in Metern; H die Höhe vom obersten Rande bis zum untersten Rande des zu berechnenden Ringes; γ das Gewicht von 1 cbm Sperrflüssigkeit in Kilogramm pro Kubikmeter (Wasser = 1000); φ ein Koeffizient, welcher das Verhältnis der Festig-

---

[1]) Vergl. S. 493. — [2]) Verlag von Otto Meifsner in Hamburg.

keit der Nietnähte zu derjenigen des vollen Bleches angiebt (für zweireihige Nietungen ist $\varphi = 0,75$, für einreihige $\varphi = 0,6$); s die zulässige Materialspannung für das Blech in Kilogrammen für 1 qcm (1200 auf Zug und Druck, 900 auf Abscherung).

Nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins mufs die Wandstärke von Gasbehälterglocken mit 40 oder 50 cbm nutzbarem Fassungsraum mindestens 2 mm betragen, die Bodenstärke soll $^1/_2$ mal so grofs wie die Wandstärke sein, mithin mindestens 3 mm.

Der Eckring der Gasbehälterglocke (resp. der Fufsring des Beckens) soll nach folgender Formel bemessen sein:

$$Q = \frac{R D_1 (\gamma - \gamma_1) \cos \alpha}{4 s}.$$

Darin ist Q der Querschnitt des Eckringes in Kubikcentimetern, α der Neigungswinkel des Deckenanschlusses gegen die Horizontale ($\cos \alpha$ kann $= 1$ gesetzt werden); R der Krümmungsradius der Glockendecke in Metern; D_1 der Glockendurchmesser in Metern, γ das Gewicht von 1 qm Horizontalprojektion der in ihrer höchsten Lage schwebenden Gasbehälterglocke, γ_1 das Gewicht von 1 qm Horizontalprojekt der Deckenkonstruktion, also Gewicht der Deckenbleche und des Deckengesparres dividiert durch den Querschnitt des oberen Glockenschusses, s die zulässige Materialspannung in Kilogrammen für das Quadratcentimeter (w. o.).

Bezüglich der Ausführung der Gasbehälterglocken und der schmiedeeisernen Bassins ist noch folgendes zu bemerken. Die Nietstärke soll 6 bis 8 mm betragen, die Nietung 25 bis 30 mm, die Überlappung gleichfalls 25 bis 30 mm. Zwischen die gasdicht zu nietenden Flächen der Bleche wird ein mit Öl und Mennigekitt getränkter Streifen Sackleinwand oder Gurtband als Dichtung gelegt, der nach dem Nieten sauber abzuschneiden ist.

Die Stöfse der Mantelbleche, der Deckenbleche, der Eckringe u. s. w. können gegeneinander versetzt sein, die Deckenbleche sind in konzentrischen Ringen anzuordnen und in radialer Richtung verjüngt herzustellen, die Überlappung der konzentrischen Nietnähte soll an der Aufsenseite des Behälters nach oben gerichtet sein.

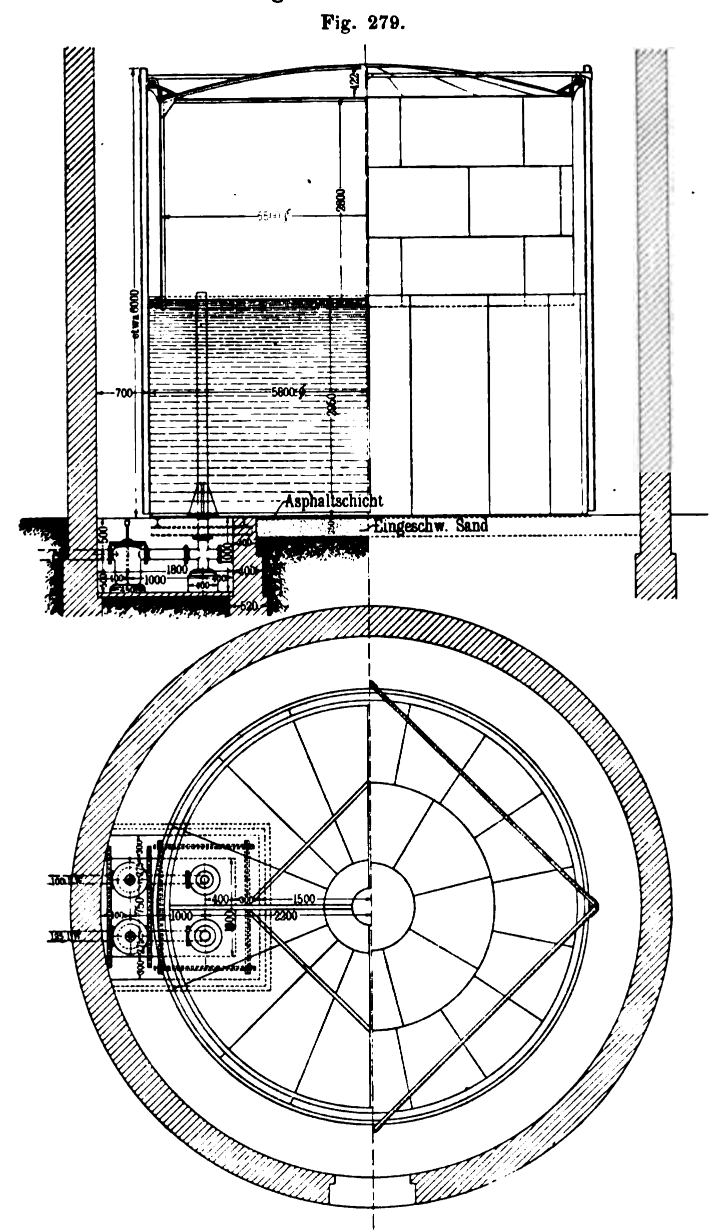
Die Königsplatte ist bei Acetylengasbehältern verstärkt herzustellen (8 bis 10 mm), da die Glocke selbst zur Erreichung des nötigen Druckes zumeist nicht ausreicht und zum Teil belastet werden mufs.

Zwischen Glocke und Bassin soll ein Spielraum von 250 bis 300 mm vorhanden sein.

Die Führung der Glocken geschieht mittels Rollen, die an den am Führungsgerüst angebrachten Schienen gleiten; die Schienen sind entweder einfache T-Schienen oder U-Schienen, von denen die letzteren vorzuziehen sind, da sie gröfsere Sicherheit gegen Ausrutschen der Rollen bieten. Diese Führungsschienen werden an der inneren Fläche des Wasserbassins mittels Mutterschrauben befestigt und oben mit

einem Kranz (Traillen) zum Versteifen versehen. Es ist darauf zu achten, daſs diese Befestigungen wasserdicht sind; die Schraubenbolzen sind durch Umwickeln mit getränkten Hanffäden zu dichten.

Fig. 279.



Konstruktionszeichnung eines Gasbehälters für Acetylenzentralen.

Um die Gröfsen des Führungsgerüstes zu ermitteln, berechnet man die Gesamtpressung des auf Glocke oder Bassin wirkenden Druckes und verteilt denselben auf die Führungsschienen. Als Winddruck wird hierbei der maximale Druck von 200 kg pro Quadratmeter angenommen, welcher bei unseren Breiten nur bei starken Orkanen (40 m Geschwindigkeit in der Sekunde) entsteht.

Der Druck der Gasbehälterglocke beträgt gewöhnlich 50 bis 60 mm. Er berechnet sich nach der Formel:

$$p = 1{,}273 \frac{W}{d^2},$$

wobei p der Druck in Millimetern Wassersäulenhöhe; W das Gewicht der Glocke in Kilogrammen; d der Durchmesser der Glocke in Metern ist.

Der Eigendruck ist unter normalen Verhältnissen nicht ausreichend, es mufs deshalb eine Belastung der Glocke stattfinden. Dieselbe erfolgt durch Auflegen oder Aufschrauben von Eisengewichten auf die Königsplatte, eine Belastung der an sich dünnen Decke der Gasbehälterglocke ist nicht zulässig.

An Armaturen sind an den Gasbehältern nur wenige vorhanden; Sicherheitsrohre oder dergl. sind bei derartig grofsen Behältern im Gegensatz zu den kleinen der Hausanlagen nicht üblich, dagegen erscheint es zweckmäfsig, in der Decke der Glocke über dem Eingangsrohr und über dem Ausgangsrohr ein Mannloch von 300 bis 400 mm Durchmesser und diametral zu diesem ein solches von 500 mm Durchmesser anzubringen. Auf der Königsplatte ist eine Luftschraube oder ein Lufthahn anzuordnen.

Es ist zweckmäfsig, den Stand der Gasbehälterglocke in dem Apparatraume oder sonstwie von demselben aus sichtbar zu machen. Dazu dienen Zeigervorrichtungen, die mit der Glocke durch ein verzinktes, dehnfreies Drahtseil verbunden sind und in beliebiger Entfernung vom Behälter aufgestellt werden können.

Als Anstrich wird zweckmäfsig Teerfarbe oder Siderosthen-Lubrose verwendet.

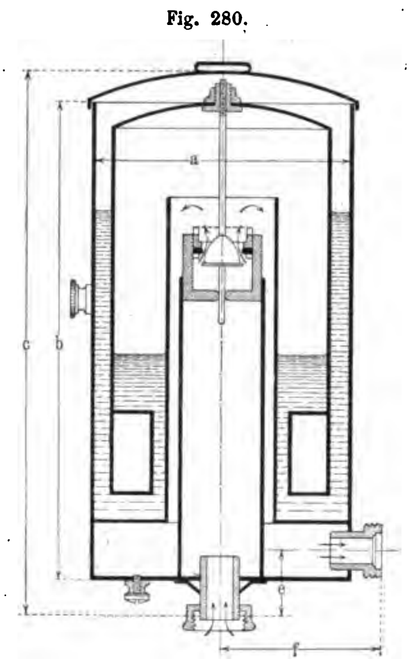
Fig. 279 (a. v. S.) zeigt die Konstruktion u. s. w. eines gebräuchlichen Acetylengasbehälters und seine Ausmessungen. Letztere sind so genommen worden, dafs Höhe (H) = halbem Durchmesser ($^1/_2\, D$) ist.

Druckregler.

Die Druckregler dienen dazu, den Druck in der Rohrleitung selbstthätig auf einer einstellbaren Höhe zu erhalten, während sich die durchströmende Gasmenge beliebig ändern kann. Im allgemeinen bestehen die Regler aus einem Wassergefäfs, in welchem eine Glocke schwimmt, die das Regulierorgan trägt. Zur Belastung der Glocke werden in der Regel Platten aufgelegt, deren Gewicht entsprechend dem

zu gebenden Druck vermehrt oder vermindert werden kann. Die Durchgangsöffnung für das Gas stellt sich entsprechend dem Konsum so ein, dafs der durch die Belastung der Glocke eingestellte Druck in der Leitung unter allen Umständen erhalten wird.

Fig. 280.



Nasser Gasdruckregler nach Elster.

Die Druckregler werden als nasse und trockene verwendet. Da in Acetylenzentralen der Konsum zumeist nur im Verlaufe weniger Stunden erfolgt, in der übrigen Zeit aber sehr gering oder auch gleich Null ist, so kann von der Verwendung solcher Gasdruckregler abgesehen werden, bei denen mit steigendem Konsum auch eine absolute Vergröfserung des Druckes stattfindet und umgekehrt bei geringerem Konsum der Druck vermindert wird, vielmehr kann die Regulierung stets von Hand aus erfolgen. Einen nassen Druckregler einfachster Konstruktion (nach Elster) stellt Fig. 280 dar. Die Abmessungen desselben sind:

Flammenanzahl zu 30 Liter in der Stunde	Rohrdurchmesser lichte Weite		a	b	c	e	f	Füllung in Litern
	Zoll	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
25	0,5	13	150	630	665	45	90	8,30
50	0,75	20	150	630	665	45	93	8,30
100	1	26	190	655	700	63	120	14,0
150	1,25	32	205	695	735	66	130	15,5
200— 300	1,5	40	205	760	805	75	130	17,00
400— 500	2	50	225	825	875	100	145	23,00
750—1000	2,5	65	280	875	945	120	170	33,00
1250—1500	3	80	320	900	990	140	240	42,5
2000	4	100	408	935	1040	150	280	55,5

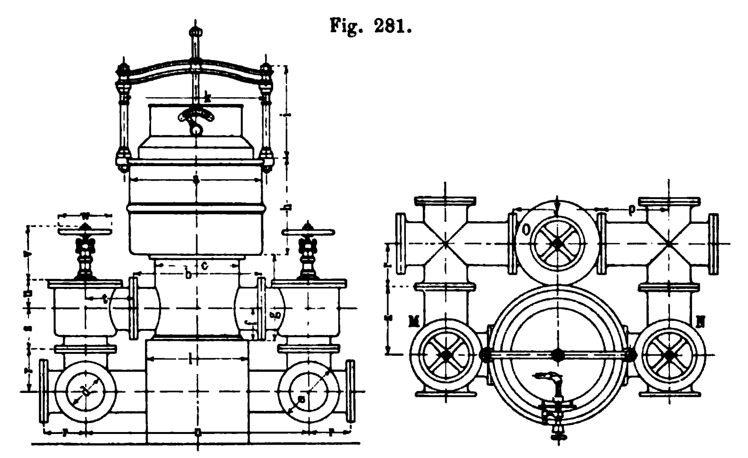
Zur Füllung der nassen Druckmesser wird zweckmäfsig Glycerin benutzt, welches säurefrei sein mufs. Das Glycerin kann mit gleichen Teilen Wasser vermischt zur Anwendung gelangen. „Calcidum“ [1]) u. s. w.

[1]) Vergl. S. 354.

sind nicht zu empfehlen; jeder Druckregler mufs an Armaturen, aufser dem Druckanzeiger u. s. w. noch mit einer kompletten Umlaufgarnitur [1]) versehen sein.

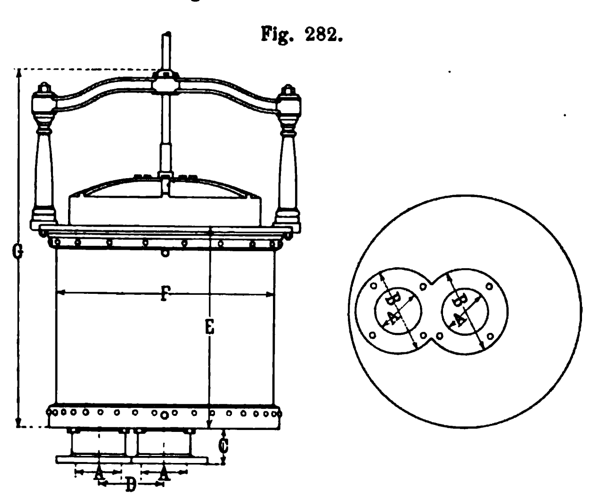
Fig. 281 zeigt die schematische Zeichnung eines in der Acetylentechnik vielfach benutzten Druckreglers von Elster mit vollkommen

Fig. 281.



Nasser Gasdruckregler nach Elster für konstanten Druck.

Fig. 282.



Nasser Gasdruckregler nach Pintsch.

entlastetem Regulierorgan, welches, unabhängig vom wechselnden Behälterdruck, stets den eingestellten Stadtdruck konstant erhält.

Die Belastung wird durch Gewicht oder durch Wasser bewirkt, welches entweder mittels Handhebel oder automatisch durch die Be-

---

[1]) Vergl. S. 581, 595 und 596.

wegung der Glocke auf die gewünschte Druckhöhe eingestellt werden kann. Die folgende Tabelle zeigt die gebräuchlichsten Ausmessungen derselben in Millimetern:

Durchgangsmenge in der Stunde bei 4 m Geschwindigkeit in der Sekunde bis zu 170 cbm	
Rohrdurchmesser (d)	125
Flanschendurchmesser (e)	260
Kübeldurchmesser, aufsen (a)	710
Baulänge (b)	785
Untersatzdurchmesser (c)	350
Anschlufsstutzen über Fundament (f)	135
Untersatzhöhe (g)	405
Kübelhöhe (h)	495
Bügelhöhe (i)	435
Bügellänge (k)	765
Durchmesser des Fundaments (l)	430
Ventilentfernung (n)	1173
Schenkellänge der Kreuzstücke (p)	392
Stutzenlänge der Façonstücke (r)	125
Bauhöhe des Ventils (s)	180
Schenkellänge des Ventils (t)	194
Deckelhöhe des Ventils (u)	110
Handradhöhe (v)	280
Handraddurchmesser (w)	285
Schenkellänge der T-Stücke (x)	390
Baulänge des Umgangssperrventils (y)	388

Fig. 282 zeigt einen Druckregler von Pintsch mit Gewichts- oder Wasserbelastung, der ebenfalls in der Acetylentechnik verwendet wird. Seine Dimensionen sind in Millimetern:

Rohrdurchmesser (A)	80	100	125	150
Flanschendurchmesser (B)	200	230	260	290
Stutzenhöhe (C)	82	82	98	98
Entfernung der Rohrmittel (D)	118	148	193	210
Höhe des Behälters (E)	553	567	600	626
Äufserer Durchmesser des Behälters (F)	437	524	655	719
Gesamthöhe (G)	985	1010	1110	1165

Um zu bestimmen, welchen Druck man mit dem Druckregler zu geben hat, verfährt man nach Schilling[1]) folgendermafsen. Beträgt die stündliche Maximalabgabe x cbm, und der Druck auf der Anstalt

[1]) Schaars Gaskalender 1903, 83.

a mm, an der ungünstigsten Stelle der Rohrleitung *b* mm, so ist der Druckverlust $p = a = b$. Sinkt die Abgabe auf *y* cbm, so vermindert sich der Druckverlust im Verhältnis von $x^2 : y^2$, also um $\frac{p \cdot y^2}{x^2} = c$, und kann der Druck auf der Anstalt um $p - c$ vermindert werden, ohne dafs derselbe sich an der ungünstigsten Stelle ändern müfste. Dies ist aber nicht der Fall, folglich entstehen nur annähernd richtige Resultate. Legt man auf gleiche Weise den Druck im Mittelpunkt des Verbrauchsbezirkes zu Grunde, so geben diese zwei Berechnungen zwei Grenzwerte, zwischen denen der Druck nach lokalen Verhältnissen zu wählen ist. Der Druck im Stadtgebiete soll an den entferntesten Stellen nicht unter 80 mm betragen.

Vielfach glaubt man auszukommen, wenn man den Anstaltsdruck auf 100 bis 120 mm einstellt; dies ist aber nicht immer ausreichend, denn bei Konsumleitungen beträgt der Druckverlust pro Kilometer Leitung 5 mm. Bei gröfserem Verbrauche ist er, entsprechend dem gröfseren Reibungskoeffizienten des Acetylens, noch erheblich gröfser, so dafs man bei Leitungen von 5 bis 6 km Gesamtlänge an der Gasanstalt je nach der Einrichtung der Leitung einen Druck von 130 bis zu 150 mm halten mufs.

Druckmesser (Manometer).

Für eine reguläre Gasanstaltskontrolle ist es notwendig, dafs ein jeder Apparat während des Betriebes auf den in ihm herrschenden Druck ständig geprüft wird. Dies geschieht durch Einschaltung von Druckmessern (Manometern)[1], die der bequemeren Handhabung wegen auf einem Brett gemeinsam montiert werden, so dafs eine Ablesung über die Druckverhältnisse in allen Apparaten orientiert.

Für gewöhnlich werden Differentialmanometer angewendet (Fig. 283), von denen jeder besonders vermittelst eines $^1/_8''$ schmiedeeisernen Rohres mit dem betreffenden Apparat verbunden wird.

Die Ablesung dieser Manometer, welche zweckmäfsig abschliefsbar eingerichtet sind, bietet aber einige Schwierigkeiten, da ja der Druck bei denselben nur durch Ablesung des Standes beider Schenkel und Summierung der erhaltenen Zahlen erfahren werden kann.

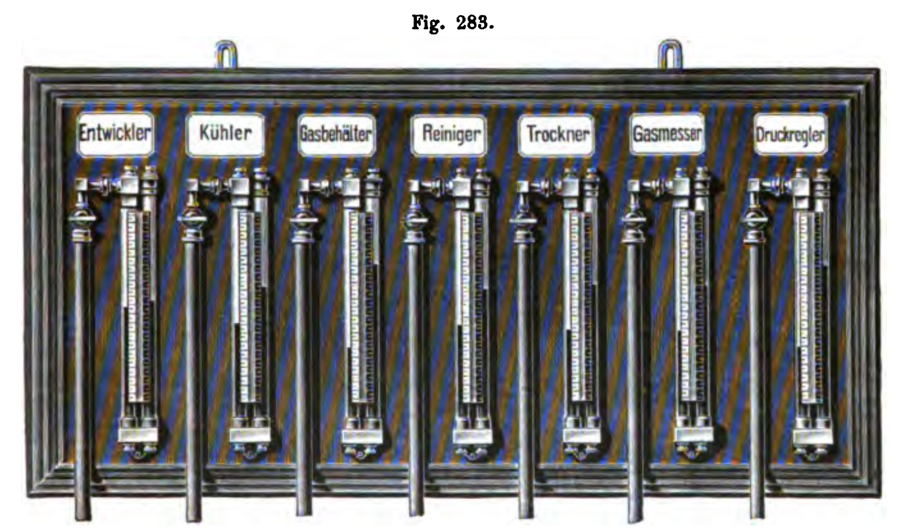
Die Betriebssicherheit der Gasanstalt erfordert aber, dafs der Beobachter möglichst mit einem Blick die Druckverhältnisse in den einzelnen Apparaten übersehen kann. Diesen Forderungen entsprechen die Manometertafeln mit festem Nullpunkte. Bei denselben wird der eine Schenkel gemeinsam als ein grofser Wasserkasten ausgebildet, dessen Querschnitt gegenüber dem Gesamtquerschnitt der Rohre so grofs gewählt wird, dafs man das Niveau des Wassers im Kasten als

[1]) Vergl. S. 331.

Nullpunkt festsetzen kann, von welchem herab der Druck der einzelnen Manometer gemessen wird. Diese Manometer haben jedoch den Übelstand, dafs sie sehr enge Manometerrohre besitzen; aufserdem mufs vor jeder Ablesung erst durch Schliefsen eines Manometers der Nullpunkt festgestellt oder doch kontrolliert werden.

Diese Übelstände sind bei der Elsterschen Manometertafel mit festem Nullpunkt vermieden. Bei derselben (Fig. 284 a. f. S.) befindet sich an der Stelle des Wasserkastens ein mit den übrigen Manometerschenkeln kommunizierender Schwimmerschenkel, in welchem eine Wassermenge vorhanden ist, welche nur etwa den zwei- bis dreifachen Inhalt der Manometergläser hat.

Fig. 283.



Tafel mit Differentialmanometer.

In diesem kleinen halbkreisförmigen Behälter ist ein Elsterscher Halbcylinderschwimmer zur Erzielung eines konstanten Wasserstandes aufgehängt, welcher imstande ist, bei allen Manometerständen den Nullpunkt unverrückbar festzuhalten. Der Schwimmer trägt einen vor einer Bogenskala spielenden Zeiger; diese ist in der Mitte zu einem Drittel des Kreisumfanges weifs, während die unteren Segmente schwarz gehalten sind. Die Gröfse des Schwimmers gegenüber den Glasröhren ist so ausreichend gewählt, dafs die Wasserfüllung, welche ja auch dem Verdunsten ausgesetzt ist, so lange normal ist, als der schwarze Zeiger vor der weifsen Skala spielt. Ist dies nicht der Fall, so wird in das offene Reservoir Wasser zugegossen. Der ordnungsmäfsige Zustand ist also ohne weiteres erkennbar.

Eine Folge des konstanten Niveaus ist die unveränderliche Befestigung der Skalen. Diese sind, auf weifs emailliertem Metall eingebrannt, deutlich leserlich. Eine weitere Folge ist, dafs bei Betrieb

der Gasanstalt die Wassersäulen in ihrem höchsten Stand ein Diagramm bilden, nämlich eine Kurve, welche von dem Entwickler bis zum Regler ständig abfällt und bei der die Höhenunterschiede die Druck- u. s. w.

Fig. 284.



Manometertafel mit festem Nullpunkt nach Elster.

-Verluste der einzelnen Apparate angeben. Um bei dieser Anordnung, wie bei den Differenzmanometern, eine Ausschaltung eines jeden Rohres zu ermöglichen, ist eine Umlaufleitung angeordnet.

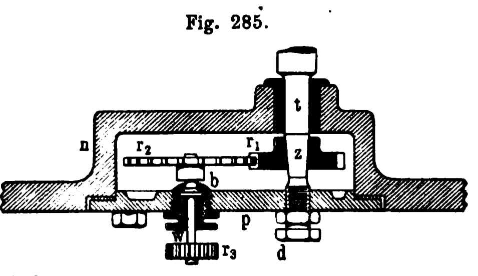
Stationsgasmesser.

Der Gasmesser im Anstaltsgebäude dient in erster Linie zur Messung des dem Konsum zugeführten Gases, er kann aber auch zur Feststellung der jeweilig erzeugten Gasmenge benutzt werden. Er ist mit Rücksicht auf den erstgenannten Zweck stets hinter dem Gasbehälter aufzustellen, weshalb zur Messung der in einer Produktionsperiode erzeugten Gasmenge vor und nach derselben eine Ablesung des Gasbehälterstandes erforderlich ist. Will man letzteres vermeiden, so ist vor dem Sammelbehälter noch ein besonderer Gasmesser aufzustellen.

Die für Zwecke des Stationsbetriebes verwendeten Gasmesser sind verschiedenster Systeme, für gewöhnlich werden jedoch nasse Gasmesser mit Wasserfüllung aufgestellt. Die hin und wieder geübte Füllung der Gasmesser mit „Calcidum" [1]) ist nicht zu empfehlen. Die Wasserverschlüsse der Gasmesser müssen für 200 mm Druck eingerichtet sein.

Die Ausführung der Stationsgasmesser bis zu einem Durchgange von 12 cbm in der Stunde geschieht in Blech nach Art der gewöhnlichen Konsumgasmesser, über diese Gröſse werden fast ausschlieſslich Gasmesser mit guſseisernem Gehäuse geliefert. Die Ausführung der Gasmesser seitens der verschiedenen Fabriken ist eine mehr oder weniger gleiche und bestehen die Unterschiede meist nur in der Art der Anbringung der Armaturen, des Zählwerkes u. s. w.

Fig. 285.



Befestigung der Gasmesserwelle am Vorderboden.

Als Beispiel der verwendeten Stationsgasmesser diene ein solcher von Elster, der sich allgemein eingebürgert hat. Derselbe besitzt ein guſseisernes Gehäuse und zwei vorgeschraubte Böden mit kräftigen Rippenversteifungen gegen den Wasserdruck. Die Meſstrommel besteht aus starkem, glanzverzinntem Holzkohlenblech, versteift durch schmiedeeiserne Armaturen; die Dichtung der einzelnen Trommelkammern geschieht durch Lote, die Verbindung der einzelnen Blechteile durch Falzen und Löten oder durch Nieten und doppelseitiges Löten. Die Verbindung der Welle mit der Trommel geschieht an jedem Ende durch aus einem Stück gestanzte Schmiedeeisenplatten mit breitem Auflager der Welle, die eventuell durch guſseiserne Naben vergröſsert werden. Die Trommelwelle besteht aus Siemens-Martin-Stahl; sie reicht am Vorderboden (Fig. 285) mit einer Verlängerung des Tragzapfens *t*, den Uhrzapfen *z*, durch eine Lagerbuchse in eine Aussparung des Bodens, die Uhrnische *n*, hinein; diese Uhrnische wird durch die Uhrplatte *p* abgedichtet, welche eine Druckschraube *d* trägt, um den Längsschub der Trommel in dem Uhrzapfen abzufangen und ferner mit einer Stopfbuchse *b* versehen ist, in welcher sich eine Radwelle *w* dreht. In der Uhrnische trägt der Uhrzapfen ein aufgekeiltes Rad *r*, welches in ein gleiches Rad r_2 auf der Stopfbuchsenwelle *w* eingreift. Diese trägt auſserhalb der Uhrnischenplatte das erste Übertragungsrad r_3 der Zählwerke.

Diese Anordnung gestattet, ohne den Gasmesser selbst auseinander

---

[1]) Vergl. S. 354.

zu nehmen, jeder Störung im Zählapparat auf den Grund zu gehen, indem man bei einer solchen das Wasser nur bis zur Welle abläfst und die Uhrplatte *p* entfernt, dann liegen sämtliche Räder vor Augen.

Fig. 286.

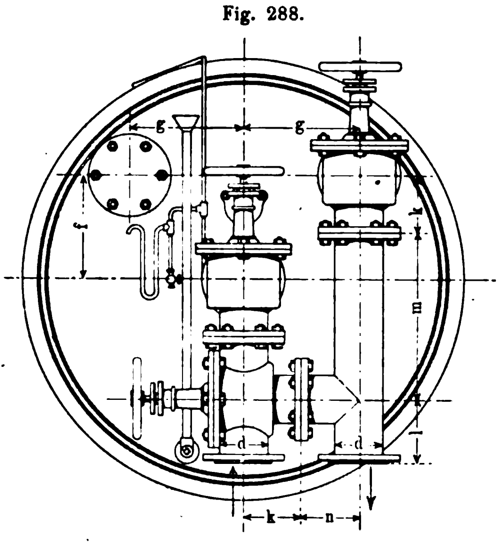
Vordere Ansicht eines Stationsgasmessers mit Zählwerk.

Fig. 287.

Hintere Ansicht eines Stationsgasmessers mit Überlauf.

Das Zählwerk selbst, aus gefrästen Messingrädern erbaut, ist für gewöhnlich fünfkreisig mit einer Indexscheibe darüber (Fig. 286) und gestattet die Ablesung bis zu 1 Liter.

Fig. 288.



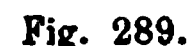
Stationsgasmesser nach Elster.
Hintere Ansicht.

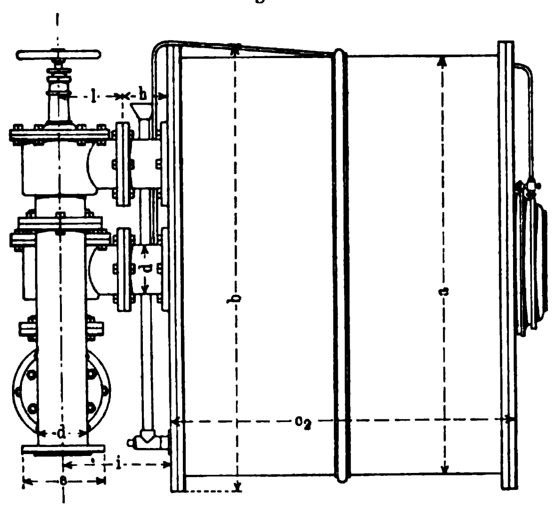
Der Eingangskanal *a* ist zentral am hinteren Boden geführt (Fig. 287), der Ausgangsstutzen *b* seitlich, und zwar so, dafs er rechts oder links vom ersteren befestigt werden kann; der nicht gebrauchte Eingang wird mit einer Blindflansche *e* verschlossen.

Aufser den Entleerungsschrauben am Gehäuse sind bei gröfseren Gasmessern noch besondere Entleerungsschrauben an den Kammern der Mefstrommeln angebracht, welche durch ein im Gehäuse befindliches Mann- oder Armloch bedient werden können.

Zur Erhaltung des richtigen Mefsraumes der Trommel werden an

jedem Messer angebracht: die nötigen Marken für horizontale Lagerung, ein Füllrohr, ein Wasserstandsanzeiger und ein selbstthätiger Überlauf für die richtige Füllhöhe. Letzterer wird in den verschiedensten Formen ausgeführt, die jedoch alle das gemeinsame Prinzip haben, daſs durch den Wasserstand und die Überlaufsvorrichtung das Niveau der Füllflüssigkeit im Innern der Meſstrommel angezeigt und konstant erhalten wird und nicht, wie manchmal üblich ist, der Wasserstand im Gehäuse, welcher je nach den verschiedenen, mit dem Betriebe wechselnden Widerständen höher und niedriger sein kann. Diese, die Genauigkeit des Messens erhaltende Anordnung besteht darin, daſs über das Wasserniveau im Wasserstand und im Überlauf (welche beide in ihrer unteren Zuführung vermittelst einer Anbohrung


Fig. 289.



Stationsgasmesser nach Elster.
Seitenansicht.

mit dem Füllwasser kommunizieren) der Gasdruck aus dem Innern der Trommel geleitet wird. Dies geschieht durch Verbindung mit dem Eingangsstutzen, welcher das Gas direkt in das Innere der Trommel führt. Die einfachste Form des Überlaufs ist aus Fig. 287 ersichtlich.

Zur guten Funktion des Gasmessers ist ein geringer Gaswiderstand unbedingt notwendig. Abgesehen von der Korrektheit der Aufstellung hängt derselbe von einer ausreichenden Schmierung der drehenden Teile ab. Bei Gasmessern gröſserer Ausführungen werden deshalb Schmiervorrichtungen an den Zapfenlagern angebracht.

Entsprechend den in Fig. 288 und 289 gegebenen Bezeichnungen enthält die nachfolgende Tabelle die Maſse der für Acetylengasanstalten üblichen Stationsgasmesser.

Bezeichnung		Ia	Ib	IIa	IIb
Durchgang in der Stunde . . cbm		15	22,5	30	37,5
Trommelinhalt . . . . „	J	0,15	0,225	0,30	0,375
Cylinderdurchmesser, aufsen . mm	a	840	840	950	950
Bodendurchmesser . . . . . . „	b	935	935	1050	1050
Gehäuselänge . . . . „	c^2	780	990	1000	1185
Rohrdurchmesser . . . . . . „	d	80	80	80	100
Flanschendurchmesser . . . . „	e	200	200	200	230
Stutzen über Mitte . . . . . „	f	210	210	240	255
Stutzen seitlich . . . . „	g	235	235	260	260
Stutzenlänge . . . . „	h	135	135	135	135
Ventilentfernung . . . . . . „	i	300	300	300	310
Bauhöhe des Ventils . . . . „	k	145	145	145	165
Baulänge des Ventils . . . . „	l	165	165	165	175
Umgangsrohr . . . . Mafs	m	375	375	405	430
Umgangsrohr . . . . „	n	85	85	110	90
Wasserstand . . . . . etwa mm	w	115	115	125	140
Gewicht . . . . kg		450	500	575	700
Zählwerksanordnung		fünfkreisig			
Überlauf		U-förmig			

Die Gröfse des Gasmessers richtet sich nach der Menge des durchströmenden Gases und berechnet sich nach der Formel:

$$v = u B \pi \left(\frac{d^2}{4} - h^2\right),$$

wobei ausgedrückt wird durch: v die Gasmenge, die stündlich durch den Gasmesser fliefst, in Kubikmetern; u die Anzahl der Umdrehungen der Trommel in der Stunde (80 bis 100); B die Trommeltiefe in Metern; d den Trommeldurchmesser in Metern; h den Wasserstand über dem Mittel in Metern.

Sicherheitsapparate.

Die meisten beim Gasanstaltsbetriebe zur Verwendung gelangenden Sicherheitsvorrichtungen sind bereits zusammen mit den einzelnen Apparaten, zu denen sie gehören, beschrieben worden. Es sei hier deshalb nur noch der Kondenseinrichtungen, Probierhähne, Sicherheitsventile und Carbidförderungsvorrichtungen gedacht.

Durch die Kondenseinrichtungen soll die Ableitung der in den Leitungen oder in einzelnen Apparaten sich ansammelnden Flüssigkeit ermöglicht werden, um Verstopfungen oder ähnliche Betriebsstörungen zu vermeiden. Zu diesem Zwecke werden entweder Ablafshähne oder Schrauben [1]), oder auch Wassertöpfe mit oder ohne

[1]) Vergl. weiteres Kapitel „Rohrverbindungen“.

Scheidewand [1]) an den tiefsten Stellen angeordnet. Von den Apparaten werden lediglich die Reiniger und Trockner mit solchen Vorrichtungen versehen. Für gewöhnlich werden hierbei zwei Apparate mit einem Wassertopf verbunden, oder es wird lediglich ein Ablafshahn an den Apparaten angebracht.

Einen vielfach gebräuchlichen Ablafshahn stellt Fig. 290 dar; an Stelle desselben werden wohl auch hin und wieder Ventile (Fig. 291) angewendet.

Fig. 290.



Ablafshahn für Kondenswasser.

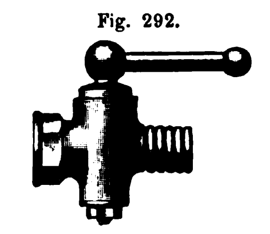
Fig. 291.



Ablafsventil für Kondenswasser.

Probierhähne werden überall dort angebracht, wo es notwendig ist, von Zeit zu Zeit entweder den Apparat zu entlüften oder das im Apparat enthaltene Gas auf seine Zusammensetzung zu prüfen. Mit solchen Entlüftungshähnen, an deren Stelle auch Ventile benutzt werden können, sind deshalb sowohl Entwickler, wie namentlich auch Reiniger, Trockner und Gasbehälter zu versehen. Es genügt für gewöhnlich, wenn diese Hülfsarmaturen einen Durchgang von 8 bis 10 mm besitzen. Hähne und Ventile werden in Metallgufs hergestellt. Sie sollen einen möglichst freien Durchgang besitzen, damit etwa mit dem Gase mitgerissene feste Partikelchen (Kalkschlamm, Reinigungsmasse u. s. w.) sie im Gebrauche nicht versetzen. Empfehlenswert sind Hähne mit Schlauchtülle (Fig. 292), damit man eventuell Untersuchungsapparate oder dergl. an dieselben anschliefsen kann.

Fig. 292.



Probierhahn mit Schlauchtülle.

An Stelle der sonst in der Acetylentechnik angewendeten Sicherheitsrohre werden hin und wieder auch kleine Sicherheitsventile genommen, welche bei beliebigem, meist recht niedrigem Druck ($^1/_2$ Atm.) abblasen. Für gewöhnlich erscheint die Verwendung solcher Ventile nicht empfehlenswert, weil die mit dem Rohgase mitgerissenen festen Teilchen leicht den Ventilsitz verkleben und so die Wirkung des Ventils

---

[1]) Vergl. S. 626.

vereiteln können. Als bestes und auch am meisten eingeführtes Mittel zur Verhütung von Überdruck dienen Sicherheitsrohre, deren Konstruktion, Ausführung u. s. w. bereits bei Beschreibung der Entwickler [1]) besprochen worden ist.

Die Carbidförderungsvorrichtungen dienen dem Zwecke, das in Trommeln befindliche Carbid möglichst nahe an die Carbidzuführung der Entwickler zu bringen. Bei den meisten Systemen befindet sich die Carbidzuführung oben auf dem Entwickler in einer gewissen Höhe. Um das Carbid bequem einfüllen zu können, ist deshalb in der Regel ein Podest aus schmiedeeisernen Rippen oder Lochplatten auf schmiedeeisernen Rohrträgern erbaut und aufserdem eine Windevorrichtung eingerichtet.

Vermittelst dieser Anordnungen ist das Carbid leicht vom Boden des Entwicklerraumes bis an die Carbidzuführung zu befördern. Als Hebevorrichtungen dienen Blockwinden einfachster Art, da die zu hebende Last meist nie mehr als 100 kg beträgt.

Apparatverbindungen.

Die Anordnung der zur Entwickelung, Aufbewahrung und zum Messen des Acetylens erforderlichen Apparate richtet sich naturgemäfs nach der Art des angewendeten Entwicklersystems. Im grofsen ganzen kann man folgende Anordnungsweisen unterscheiden [2]):

1. Das entwickelte Gas wird gekühlt, gereinigt und gelangt in diesem Zustande in den Gasbehälter und von dort aus in die Druckregelungs- und Mefsapparate.
2. Das Gas wird entwickelt, gekühlt, in den Gasbehälter geleitet und gelangt von dort aus in die Reiniger, Trockner, Druck- und Mefsapparate.
3. Anordnung wie bei 2., nur mit dem Unterschiede, dafs zwischen dem Gasbehälter und dem Entwickler noch eine Vorreinigung eingeschaltet wird.
4. Anordnung wie bei 1., 2. oder 3., nur dafs die Trockner hinter den Mefsapparaten, also direkt vor dem Austritt in die Stadtleitung, eingeschaltet werden.
5. Eine Anordnung, welche bei automatisch wirkenden Entwicklern angewendet wird, und die darin besteht, dafs das Gas aus dem Entwickler, eventuell unter Zwischenpassage eines Wäschers, direkt in den Aktionsbehälter gelangt und von dort aus in den Gassammler geführt wird, wobei die Reiniger, Trockner u. s. w. vor oder hinter dem Gassammler angeordnet sind.

---

[1]) Vergl. S. 545. — [2]) Vergl. auch „Lage der Gebäude und der Apparate“, S. 478.

6. Eine Abart der Anordnung zu 5., bei der ein Gassammler überhaupt fehlt, so dafs das Gas aus der Aktionsglocke durch die Reiniger, Trockner, Druckregelungs- und Mefsapparate direkt in die Leitung geführt wird.

Die Mannigfaltigkeit der Apparatanordnungen verlangt auch die Verwendung mannigfaltigster Hilfsmittel zu deren exakter Ausführung. Immerhin können die hierbei zu befolgenden Grundsätze dahin zusammengefafst werden, dafs jeder Apparat, gleichgültig, welchem Zwecke er dient, stets so ausgeschaltet werden kann, dafs eine Betriebsunterbrechung hierdurch nicht stattfindet.

Entsprechend dieser Forderung ist auch die Anzahl der Apparate zu bemessen. Solche, deren Vorhandensein unerläfslich ist, um Gas zu gewinnen, also in erster Reihe die Entwickler, müssen stets in einer Doppelzahl vorhanden sein, also mindestens zu zweien; solche Apparate, die unter Umständen entbehrlich erscheinen, müssen entweder gleichfalls in der Doppelzahl vorhanden sein, wie dies gewöhnlich bei den Reinigern, Trocknern u. s. w. geübt wird, oder sie müssen ausschaltbar angeordnet werden.

Bei Errichtung der Anlage mufs ferner darauf Bedacht genommen werden, dafs alle Apparate und Apparatteile leicht zugänglich und auch möglichst leicht auswechselbar sind; es ist deshalb danach zu trachten, eine offene Reihe von Apparaten zu erhalten, bei welcher nicht ein Apparat den anderen verdeckt oder auch unbedienbar macht.

Weiter mufs darauf Rücksicht genommen werden, dafs die in der Anstalt notwendigen Arbeiten: Carbidzuführung, Wasserfüllung, Schlammablafs, stets frei und unbehindert ausgeführt werden können, dafs z. B. zwischen der Thür, durch welche die Carbidtrommeln hineingelangen und der Carbidzuführungsvorrichtung freier Durchgang vorhanden ist, der weder durch Apparate noch Apparatteile oder Rohrverbindungen versperrt wird, damit die hineingerollten Trommeln an denselben in ihrer Fortbewegung nicht gehindert werden oder Beschädigungen hervorrufen.

Die Forderung, dafs einzelne Apparate ausschaltbar sind, bedingt, dafs an den Verbindungsleitungen stets Absperrorgane angeordnet werden. Nicht minder wichtig wie eine freie Bedienbarkeit der Apparate ist auch eine unbehinderte Benutzung der Absperrorgane, da eine Erschwerung in dieser Hinsicht unter Umständen einer Unbrauchbarkeit derselben gleichbedeutend sein kann.

Aus diesen Forderungen ergiebt sich auch die Art der Führung der Verbindungsleitungen. Dort, wo dieselben hoch ausmünden müssen, wie z. B. vielfach bei Entwicklern, Reinigern, Trocknern u. s. w., ist es notwendig, sie bis zu einer erreichbaren Höhe wieder nach unten zu führen. Die Absperrorgane sind möglichst so anzuordnen, dafs sie vom Boden des Apparatraumes bedienbar sind, wo dies, wie z. B. beim Ausgang aus den Entwicklern u. s. w., nicht immer mög-

lich ist, mufs für leichten Zugang durch Podeste oder dergl. gesorgt werden.

Aus Fig. 205 bis Fig. 214, sowie Fig. 327 und 328 sind Ausführungen solcher Anordnungen ersichtlich. Die Verbindung der Apparate selbst geschieht fast ausschliefslich durch Flanschrohre, und zwar entweder gufseiserne oder patentgeschweifste schmiedeeiserne.

Die gufseisernen Rohre (Fig. 293 und 294) werden mit losen oder festen Flanschen geliefert, ihre üblichen Ausmessungen sind aus der Normaltabelle des Vereins deutscher Ingenieure und des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands ersichtlich (s. S. 583).

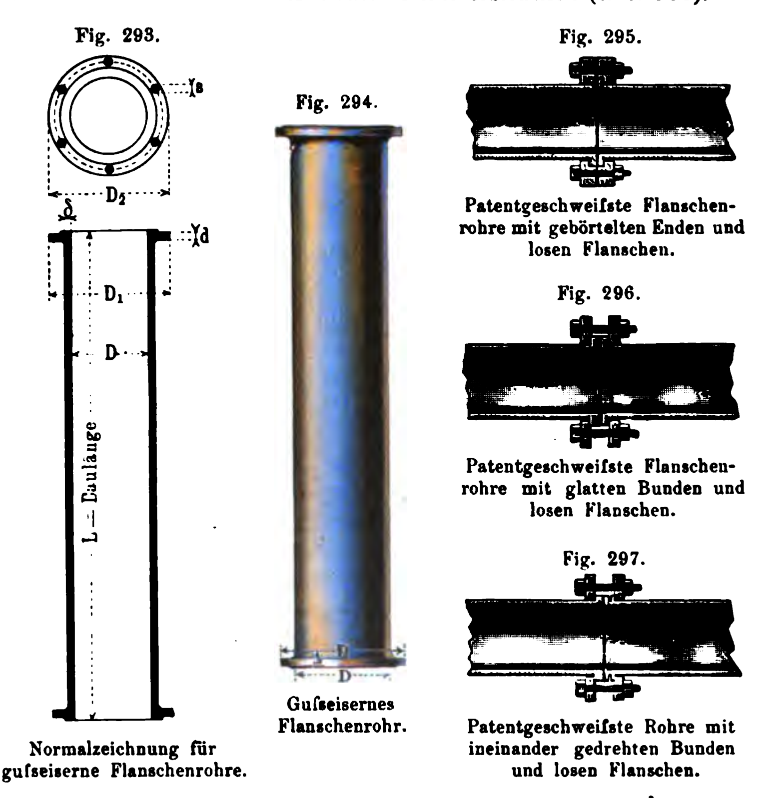


Fig. 293. Normalzeichnung für gufseiserne Flanschenrohre.

Fig. 294. Gufseisernes Flanschenrohr.

Fig. 295. Patentgeschweifste Flanschenrohre mit gebörtelten Enden und losen Flanschen.

Fig. 296. Patentgeschweifste Flanschenrohre mit glatten Bunden und losen Flanschen.

Fig. 297. Patentgeschweifste Rohre mit ineinander gedrehten Bunden und losen Flanschen.

Die patentgeschweifsten schmiedeeisernen Flanschenrohre werden in vielfacher Ausführung geliefert und sind wegen der ausgezeichneten Bearbeitung der Auflageflächen für Acetylenzentralen besonders gut verwendbar. Fig. 295 zeigt solche Rohre mit gebörtelten Enden und losen Flanschen, Fig. 296 mit glatten Bunden und losen Flanschen, Fig. 297 mit ineinander gedrehten Bunden und losen Flanschen.

Eine Mafstabelle dieser Rohre ist S. 584 angeführt.

Normaltabelle für gufseiserne Flanschenrohre.

Lichter Durchmesser der Rohre D	Wandstärke bis zu 10 Atm Arbeitsdruck zulässig δ	Übliche Baulänge L	Durchmesser der Flanschen D'	Dicke der Flanschen d	Lochkreisdurchmesser D''	Schrauben				Durchmesser d. Schraubenlochs S^1	Gewichte kg		Schenkellänge d. Krümmungs- u. T-Stücke $L = D + 100$
						Anzahl	Stärke S		Länge l		einer Flansche	von 1 lfd. m Rohr einschl. Flanschen	
mm	mm	m	mm	mm	mm		mm	engl. Zoll	mm	mm			mm
40	8	2	140	18	110	4	13	1/2	70	15	1,89	10,64	140
50	8	2	160	18	125	4	16	5/8	75	18	2,41	12,98	150
60	8,5	2	175	19	135	4	16	5/8	75	18	2,96	16,22	160
70	8,5	3	185	19	145	4	16	5/8	75	18	3,21	17,34	170
80	9	3	200	20	160	4	16	5/8	75	18	3,84	20,80	180
90	9	3	215	20	170	4	16	5/8	75	18	4,37	23,20	190
100	9	3	230	20	180	4	19	3/4	85	21	4,96	25,65	200
125	9,5	3	260	21	210	4	19	3/4	85	21	6,26	33,27	225
150	10	3	290	22	240	6	19	3/4	85	21	7,69	41,57	250
175	10,5	3	320	22	270	6	19	3/4	85	21	8,96	50,33	275
200	11	3 oder 4	350	23	300	6	19	3/4	85	21	10,71	60,00	300
225	11,5	3 „ 4	370	23	320	6	19	3/4	85	21	11,02	69,30	325
250	12	3 „ 4	400	24	350	8	19	3/4	100	21	12,98	80,26	350
275	12,5	3 „ 4	425	25	375	8	19	3/4	100	21	14,41	91,46	375
300	13	3 „ 4	450	25	400	8	19	3/4	100	21	15,32	102,89	400
325	13,5	4	490	26	435	10	22,5	7/8	105	25	19,48	113,82	425
350	14	4	520	26	465	10	22,5	7/8	105	25	21,29	126,71	450
375	14	4	550	27	495	10	22,5	7/8	105	25	24,29	136,19	475
400	14,5	4	575	27	520	10	22,5	7/8	105	25	25,44	149,61	500
425	14,5	4	600	28	545	12	22,5	7/8	105	25	27,64	158,97	525
450	15	4	630	28	570	12	22,5	7/8	105	25	29,89	173,81	550
475	15,5	4	655	29	600	12	22,5	7/8	105	25	32,41	189,38	575
500	16	4	680	30	625	12	22,5	7/8	105	25	34,69	205,39	600
550	16,5	4	740	33	675	14	26	1	120	28,5	44,28	235,04	650
600	17	4	790	33	725	16	26	1	120	28,5	47,41	262,60	700
650	18	4	840	33	775	18	26	1	120	28,5	50,13	298,92	750
700	19	4	900	33	830	18	26	1	120	28,5	56,50	339,40	800
750	20	4	950	33	880	20	26	1	120	28,5	59,81	380,66	850
800	21	4	1020	36	940	20	29	1 1/8	120	32	76,77	431,08	900
900	22,5	4	1120	36	1040	22	29	1 1/8	120	32	84,28	506,43	1000
1000	24	4	1220	36	1140	24	29	1 1/8	120	32	91,57	596,38	1100

Normaltabelle für patentgeschweifste Flanschenrohre.

Äufserer Durchmesser		1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/8	2 1/4	2 3/8	2 1/2	2 3/4
in engl. Zoll .											
in Millimeter .		38	41,5	44,5	47,5	51	54	57	60	63,5	70,2
Wandstärke	mm	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/2	2 1/2	2 3/4	3	3	3
Flanschendurchmesser . .	„	96	99	103	106	116	121	124	129	133	140
Flanschenstärke	„	8	8	8	8	10	10	10	10	12	12
Flanschenlochkreis	„	68	71	75	78	84	89	92	97	101	108
Schraubenlochdurchmesser .	„	11,5	11,5	11,5	11,5	14	14	14	14	14	14
Zahl der Schraubenlöcher .	„	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Metergewicht inkl. Flanschen	kg	2,40	2,40	2,52	2,74	3,22	3,50	4,00	4,60	4,90	5,40

Äufserer Durchmesser		3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	5
in engl. Zoll .										
in Millimeter .		76	83	89	95	102	108	114	121	127
Wandstärke	mm	3	3 1/4	3 1/4	3 1/4	3 3/4	3 3/4	3 3/4	4	4
Flanschendurchmesser . .	„	146	163	169	175	185	191	197	204	226
Flanschenstärke	„	12	12	14	14	14	14	14	14	16
Flanschenlochkreis	„	114	126	132	138	148	154	160	167	179
Schraubenlochdurchmesser .	„	14	17	17	17	17	17	17	17	21
Zahl der Schraubenlöcher .	„	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Metergewicht inkl. Flanschen	kg	5,90	7,05	7,66	8,17	10,00	10,60	11,20	12,63	13,68

Flanschenrohre werden in Acetylengasanstalten bevorzugt, weil sie eine gute und dichte Anpassung an die meist schmiedeeisernen Apparate gestatten.

Fig. 298.



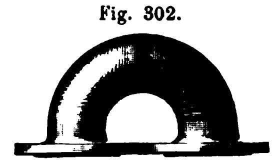
Gufseiserner Krümmer von 90° mit Flanschen.

Fig. 300.



Gufseisernes T-Stück mit Flanschen.

Fig. 302.



Gufseiserner runder Bogen mit Flanschen.

Fig. 299.

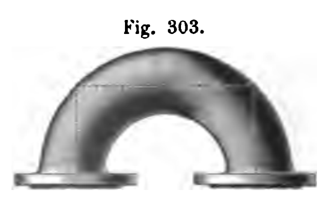
Gufseiserner Krümmer von 135° mit Flanschen.

Fig. 301.



Gufseisernes Kreuzstück mit Flanschen.

Fig. 303.



Gufseiserner flacher Bogen mit Flanschen.

Die vielfachen Verbindungsteile bei Acetylenapparaten erfordern auch die Verwendung vielartiger Façonstücke aus Gufs- oder Schmiedeeisen.

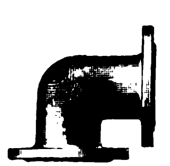
Von den ersteren sind die gebräuchlichsten Krümmer von 90° (Fig. 298) und 135° (Fig. 299), T-Stücke (Fig. 300), Kreuzstücke (Fig. 301), runde und flache Bogen (Fig. 302 und 303). Eine Mafsliste dieser am meisten verwendeten Façonstücke ist die folgende:

Passend zu Flanschenrohr etwa äufserer Durchmesser . . mm	38	44½	54	63½	70,2	76	83	89	95	102	108
Lichter Durchmesser . . . . . mm	30	40	50	58	63	70	76	80	88	94	100
Baulänge Fig. 298 . . . . . „	180	190	210	230	240	250	260	270	290	295	300
„ „ 299 . . . . . „	180	190	210	230	240	250	260	270	290	295	300
„ „ 300 . . . . . „	180	190	210	230	240	250	260	270	290	295	300
„ „ 301 . . . . . „	180	190	210	230	240	250	260	270	290	295	300
„ „ 302 . . . . . „	90	95	105	115	120	125	130	135	145	148	150
Flanschendurchmesser . . . . „	96	103	121	133	140	146	163	169	175	185	191
Lochkreisdurchmesser . . . . „	68	75	89	101	108	114	126	132	138	148	154

Passend zu Flanschenrohr etwa äufserer Durchmesser . . mm	114	121	127	133	140	146	152	159	165	178	191	203
Lichter Durchmesser . . . . . mm	106	113	119	125	131	137	143	150	156	169	180	192
Baulänge Fig. 298 . . . . . „	310	320	325	330	340	340	345	350	360	380	390	400
„ „ 299 . . . . . „	310	320	325	330	340	340	345	350	360	380	390	400
„ „ 300 . . . . . „	310	320	325	330	340	340	345	350	360	380	390	400
„ „ 301 . . . . . „	310	320	325	330	340	340	345	350	360	380	390	400
„ „ 302 . . . . . „	155	160	163	165	170	170	173	175	180	190	195	200
Flanschendurchmesser . . . . „	197	204	226	231	239	245	254	261	269	286	300	313
Lochkreisdurchmesser . . . . „	160	167	179	184	192	198	207	214	222	240	253	266

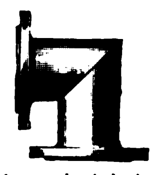
Die schmiedeeisernen Façonstücke haben den Vorteil gröfserer Exaktheit in der Bearbeitung der äufseren und inneren Flächen und gestatten deshalb die Verwendung von runden (Fig. 304) oder eckigen

Fig. 304.



Runder schmiedeeiserner Winkel mit Flanschen.

Fig. 305.



Eckiger schmiedeeiserner Winkel mit Flanschen.

Fig. 306.



Schmiedeeisernes T-Stück mit Flanschen.

(Fig. 305) Winkeln, von ausgearbeiteten T- und Kreuzstücken (Fig. 306 und 307 a. f. S.) und endlich von Façonstücken (Bogen, Fig. 308 a. f. S.) mit einerseits fester, andererseits loser Flansche.

Für besondere Zwecke, z. B. bei Vereinigung von Reinigern, Trocknern u. s. w. werden auch T-Krümmer (Fig. 309), Hosenstücke (Fig. 310), Reduktionsstücke (Fig. 311), Fufskrümmer (Fig. 312) u. s. w. aus schmiedbarem Tiegelgufs verwendet.

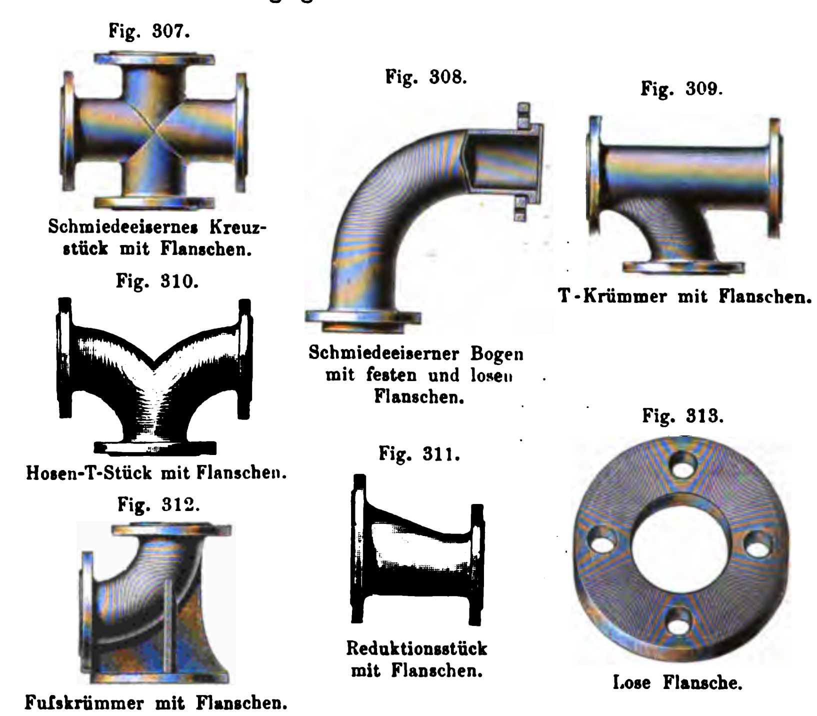


Fig. 307. Schmiedeeisernes Kreuzstück mit Flanschen.

Fig. 308. Schmiedeeiserner Bogen mit festen und losen Flanschen.

Fig. 309. T-Krümmer mit Flanschen.

Fig. 310. Hosen-T-Stück mit Flanschen.

Fig. 311. Reduktionsstück mit Flanschen.

Fig. 312. Fufskrümmer mit Flanschen.

Fig. 313. Lose Flansche.

Wie schon oben erwähnt wurde, werden die Flanschenrohre sowohl mit festen als auch mit losen Flanschen verwendet. Die letzteren werden stets mit abgedrehtem Mittelloch genommen (Fig. 313), so dafs sie auch auf schmiedeeiserne patentgeschweifste Rohre aufgelötet werden können. Die Ausmessungen der Lagerflanschen sind nach den Normalien der Eisenwerke folgende:

Äufserer Durchmesser d. Röhren in engl. Zoll	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3
Äufserer Durchmesser d. Röhren in Millimeter	38	$41\frac{1}{2}$	$44\frac{1}{2}$	$47\frac{1}{2}$	51	54	57	60	$63\frac{1}{2}$	70	76
Lochweite . . . . mm	37	$40\frac{1}{2}$	$43\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{2}$	50	53	56	59	$62\frac{1}{2}$	69	75
Äufserer Durchmesser . . „	97	99	103	106	116	121	124	129	133	140	146
Stärke der Flanschen . . . „	8	8	8	8	10	10	10	10	12	12	12
Anzahl der Schraubenlöcher .	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4
Durchm. d. Schraubenlöcher mm	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	14	14	13	14	14	14	14
Lochkreis . . . . „	86	71	75	84	48	89	92	97	101	108	114
Gewicht per 100 Stück etwa kg	36	38	41	43	63	68	71	77	97	103	110

Äufserer Durchmesser d. Röhren in engl. Zoll	$3^1/_4$	$3^1/_2$	$3^3/_4$	4	$4^1/_4$	$4^1/_2$	$4^3/_4$	5	$5^1/_4$	$5^1/_2$	6
Äufserer Durchmesser d. Röhren in Millimeter	83	89	95	102	108	114	121	127	133	140	152
Lochweite . . . . mm	82	88	94	101	107	113	120	$125^1/_2$	$131^1/_2$	$138^1/_2$	$150^1/_2$
Äufserer Durchmesser . . „	163	169	175	185	191	197	204	226	231	239	254
Stärke der Flanschen . . . „	12	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
Anzahl der Schraubenlöcher .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6
Durchm. d. Schraubenlöcher mm	17	17	17	17	17	17	17	21	21	21	21
Lochkreis . . . . „	126	132	138	148	154	160	167	179	184	192	207
Gewicht per 100 Stück etwa kg	135	170	180	195	205	215	225	330	340	355	385

Die Abdichtung der Flanschen erfolgt vermittelst Schraubenbolzen mit Muttern und vier- oder sechskantigen Köpfen (Fig. 314 und 315), deren Abmessungen in der Mafsliste der Flanschenrohre enthalten sind.

Fig. 314.



Flanschenbolzen mit vierkantigem Kopf.

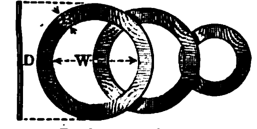
Fig. 315.



Flanschenbolzen mit sechskantigem Kopf.

Als Dichtungsmaterial wird Asbest verwendet. Gummiringe sind nicht beliebt, da irrtümlicherweise angenommen wird, dafs dieselben trocken und brüchig werden. Guter Gummi in Form von Dichtungsringen leidet unter dem Einflufs des Acetylens fast gar nicht und läfst sich jahrelang verwenden, wenn nicht übermäfsig heifses Wasser oder verunreinigtes Gas in die Leitungen gelangt. Eine Liste der gebräuchlichsten Abmessungen von Dichtungsringen aus Asbest und Gummi (Fig. 316) ist in nachfolgender Tabelle enthalten:

Fig. 316.



Dichtungsringe für Flanschenrohre.

Zu Röhren von	Asbest			Gummi		
	Abmessungen			Abmessungen		
mm	W mm	B mm	D mm	W mm	B mm	D mm
40	44	13	3	44	13	2,5
50	54	13	3	54	13	2,5
60	64	13	3	64	13	2,5
65	69	13	3	69	13	2,5
70	74	15	3	74	15	2,5
75	79	15	3	79	15	2,5
80	84	15	3	84	15	2,5
90	94	15	3	94	15	2,5

Zu Röhren von mm	Asbest			Gummi		
	Abmessungen			Abmessungen		
	W mm	B mm	D mm	W mm	B mm	D mm
100	104	18	3	104	18	2,5
117	121	18	3	121	18	2,5
125	129	18	3	129	18	2,5
130	134	18	3	134	18	2,5
150	154	18	3	154	18	3
157	161	18	3	161	18	3
175	179	20	3	179	20	3
183	187	20	3	187	20	3
200	204	20	3	204	20	3

Die zu Verbindungsleitungen verwendeten Röhren müssen innen und aufsen gut geteert oder mit einem sonstwie genügenden Schutzanstrich versehen sein. Die Verlegung mufs stets unter genauester Prüfung der Dichtigkeit auf mindestens zwei Atmosphären erfolgen, wobei man zweckmäfsig als Endabschlufs Blindflanschen oder Deckenscheiben benutzt.

Jeder Abzweig einer Rohrleitung darf nur vermittelst eines entsprechenden Façonstückes angesetzt werden, die Verwendung von Rohrscheiben u. s. w. ist zu verwerfen. Lediglich die Rohre für Manometerleitungen, welche höchstens $^1/_8$ Zoll genommen werden, können in die Leitung direkt eingeschraubt werden, wenngleich es auch hier empfehlenswerter erscheint, am Rohrstück oder Façonstück eine Warze angiefsen zu lassen, in die das Rohr befestigt wird.

Rohrverbindungen, welche mit Kalkschlamm versetzt werden können, wie z. B. diejenigen zwischen Entwickler und Kondensator, sollen stets mit Deckelverschlufs am Rohr oder am Knie versehen sein, die eine Reinigung desselben resp. eines dort eingebauten Absperrorgans ermöglichen.

Der Durchmesser der Rohre hängt von der Art der Gasentwickelung und von der Menge des zu erzeugenden Gases ab. Die lichte Weite der Rohre für Verbindungen zwischen Entwickler und Gasbehälter (oder Aktionsglocke), durch welche das Gas ohne Regulierung nur entsprechend der Geschwindigkeit der Carbidzersetzung strömt, soll mindestens betragen:

bei stündlicher	Gasproduktion	von	15 cbm	. . . .	2,5 Zoll
„	„	„	20 „	. . . . .	3 „
„	„	„	30 „	. . . . .	4 „
„	„	„	40 „	. . . . .	5 „
„	„	„	60 „	. . . . .	6 „
„	„	„	80 „	. . . . .	7 „
„	„	„	100 „	. . . . .	8 „

Bei Verbindungen, welche hinter dem Gasbehälter liegen, deren Beanspruchung sich demnach nicht nach der Gasproduktion, sondern nach der Menge des verbrauchten Gases richtet, können die Rohrdimensionen um $^1/_5$ bis $^1/_4$ geringer genommen werden, jedoch ist auch hier die Verwendung von Rohren unter 2,5 Zoll nicht statthaft.

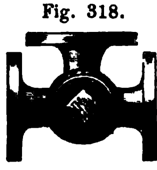
Die Verlegung der Rohre muſs stets unverrückbar erfolgen. Luftleitungen u. s. w. sind zu vermeiden, werden solche ausgeführt, so ist für genügende Decken- oder Wändestützung Sorge zu tragen.

Die Absperrorgane der Apparatverbindungen haben doppelten Zweck, einmal den Gasweg und die eventuell angeschlossenen Apparate ganz abzusperren, dann aber den Gasstrom beliebig abzuleiten.

Fig. 317.

Absperrhahn für Anstaltsleitungen.

Fig. 318.



Dreiweghahn für Anstaltsleitungen.

Die gewöhnlichsten Absperrorgane sind Hähne, die entweder ganz in Eisen oder in Eisen mit Küken aus Rotguſs ausgeführt werden. Für gewöhnliche Leitungen dienen besonders schwer gearbeitete Hähne (Fig. 317) mit vollem, freiem Durchgang, deren übliche Abmessungen sind (nach der Maſsliste der Tangernhütte):

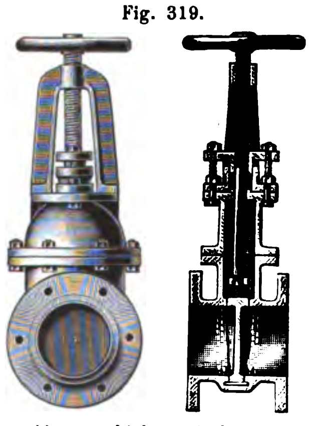
Abmessungen			Stückgewichte
Durchgang mm	Flanschendurchmesser mm	Baulänge mm	etwa kg
20	95	90	2,5
25	110	100	3,5
30	120	120	4,5
35	130	130	5,5
40	140	140	7,5
45	150	160	9,5
50	160	170	11,5
55	170	180	13,5
60	175	200	14,5
65	180	210	17
70	185	230	20
80	200	240	26
90	215	270	31
100	230	300	41

Bei Abzweigungen werden Dreiweghähne ähnlicher Konstruktion verwendet (Fig. 318), bei denen, wie bei gewöhnlichen Hähnen, die Küken besonders lang genommen werden, so daſs man sie stets nachschleifen kann. Eine allgemein übliche Maſsliste dieser Dreiweghähne ist die folgende (Tangernhütte):

Abmessungen			Stückgewichte
Durchgang mm	Flanschendurchmesser mm	Baulänge mm	etwa kg
20	95	120	4
25	110	136	5,5
30	120	150	7
35	130	160	9
40	140	180	11,5
45	150	190	14,5
50	160	200	17
55	170	210	20
60	175	220	23,5
65	180	230	27
70	185	240	31
80	200	260	39
90	215	280	50
100	230	300	62

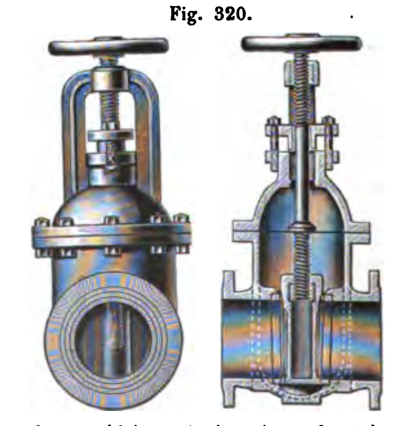
Die Verwendung von Hähnen hat sich aber nicht eingebürgert, da dieselben nur im Durchgang, also in der geraden Leitung, Verwendung finden können, während es gerade bei Acetylengasanstalten oft nötig ist, Absperrorgane an senkrecht einander kreuzenden Leitungen anzubringen; da nun aufserdem eine zuverlässige Dichtung der Hähne mit

Fig. 319.




Absperrschieber mit kurzer Baulänge.

Fig. 320.



Absperrschieber mit doppeltem Gewinde für Acetylenzentralen.

Eisenküken, namentlich für Acetylengas, nur schwer ist, so ist man allgemein dazu übergegangen, an deren Stelle Schieber oder Ventile zu verwenden.

Die Absperrschieber, welche in Acetylenzentralen gebraucht werden, zeigen die mannigfaltigsten Konstruktionen. Selbstverständlich

dürfen nur solche Verwendung finden, welche tadellos dicht halten, vollen Durchgang haben und der Abnutzung wenig unterworfen sind. Viel bevorzugt werden Schieber mit kurzen Baulängen (Fig. 319), deren Ausmessungen (nach Breuer) sind:

Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm
40	140	140	125	260	200
50	160	150	150	290	210
60	175	160	175	320	220
70	185	170	200	350	230
80	200	180	225	370	240
90	215	185	250	400	250
100	230	190			

An Stellen, wo es sich um eine schnelle Bedienbarkeit handelt, oder wenn der Raum über dem Ventil beengt ist, werden Schieber mit doppeltem (einem rechten und einem linken), ja auch mehrfachem Gewinde angewendet, welche nur wenig hinausragen, wenn sie geöffnet werden; eine Mafsliste solcher viel benutzter Schieber (Fig. 320; nach Breuer) ist die folgende:

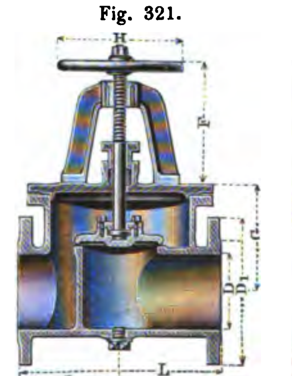
Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm
40	140	240	100	230	300
50	160	250	125	260	325
60	175	260	150	290	350
65	180	265	175	320	375
70	185	270	200	350	400
80	200	280	225	370	425
90	215	290	250	400	450

Auch Absperrventile finden in grofser Zahl Anwendung bei Zentralanlagen. Bei denselben mufs ebenfalls auf tadellose Dichtung und freien unbehinderten Durchgang besonderes Gewicht gelegt werden. Als Durchgangsabsperrorgane werden Ventile meistens nur bei nicht besonders belasteten Leitungen verwendet; eine hierbei gebräuchliche Konstruktion (Fig. 321 a. f. S.) zeigt folgende Mafse:

Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	L^1 mm	F mm	G mm
70	185	240	120	190	140
80	200	260	130	200	150
90	215	280	140	210	160
100	230	300	150	220	170
125	260	350	175	230	190
150	290	400	200	245	210
175	320	450	225	260	230
200	350	500	250	280	280
225	370	550	275	300	300
250	400	600	300	320	320

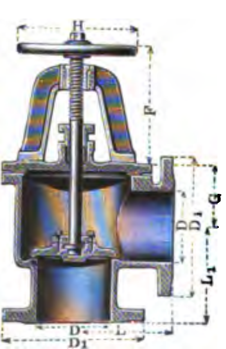
Ausschliefsliche Verwendung finden Ventile an Stellen sich senkrecht treffender Leitungen (Eckventile, Fig. 322) oder bei Durch-

Fig. 321.



Durchgangsventil für Acetylenzentralen.

Fig. 322.



Eckventil für Acetylenzentralen.

Fig. 323.



Kreuzventil für Acetylenzentralen.

kreuzungen (Kreuzventile, Fig. 323), wobei die eine Leitung ebenfalls senkrecht zur Richtung der beiden anderen angeordnet werden kann.

Die allgemein angewendeten Mafse der Kreuz- und Eckventile sind (nach Breuer):

Lichte Weite D mm	Flanschen-durchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	L^1 mm	F mm	G mm
70	185	240	120	190	105
80	200	260	130	200	110
90	215	280	140	210	115
100	230	300	150	220	120

Lichte Weite D mm	Flanschendurchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	L^1 mm	F mm	G mm
125	260	350	175	230	125
150	290	400	200	245	130
175	320	450	225	260	140
200	350	500	250	280	150
225	370	550	275	300	160
250	400	600	300	320	170

An Stellen, wo es sich um beliebige Abzweigungen von Gasströmen handelt, verwendet man entweder eine doppelte Ventilgarnitur, d. h. ein Durchgangsventil in jeder Leitung, oder auch sogen. Wechselventile (Fig. 324 a. f. S.), bei denen vermittelst einer Spindel der Durchgang zu dem einen oder anderen Abzweig geöffnet oder geschlossen wird. Die Abzweige selbst können hierbei in einer Ebene liegen oder senkrecht zu einander im Raume gelagert sein. Eine Mafsliste der gebräuchlichsten Wechselventile ist folgende:

Lichte Weite D mm	Flanschendurchmesser D^1 mm	Baulänge L mm	Schenkellänge L^1 mm	Mitte Krümmer bis Mitte Ventil E mm
70	185	240	120	290
80	200	260	130	310
90	215	280	140	330
100	230	300	150	350
125	260	350	175	400
150	290	400	200	450
175	320	450	225	500
200	350	500	250	550
225	370	550	275	600
250	400	600	300	650

Die Ausführung der Schieber und Ventile ist eine verschiedenartige; anstatt der in Fig. 319 bis 324 dargestellten mit Bügelaufsatz werden auch solche mit Säulenaufsatz (Fig. 325 a. f. S.) und Kastengarnitur (Fig. 326 a. f. S.) angewendet, ferner solche mit freien Spindeln mit äufserer oder innerer Zahnstangenführung; bei der Auswahl spielen aber Konstruktionsunterschiede nur eine nebensächliche Rolle, man richtet sich dabei lediglich nach dem billigeren und bequemeren Bezuge u. s. w.

Im allgemeinen finden andere Verbindungsteile oder Organe bei Acetylengasanstalten keine Verwendung, abgesehen von besonderen Fällen, wo die örtlichen Verhältnisse noch andere Hilfsmittel erheischen.

So z. B. sind manchmal Syphonverschlüsse u. s. w. an den Rohrleitungen notwendig, im grofsen ganzen wird man aber mit den besprochenen Baumaterialien auskommen.

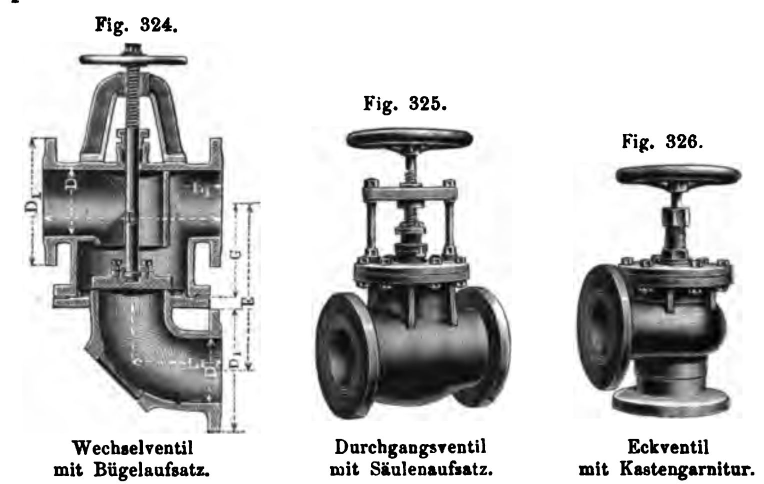


Fig. 324. Wechselventil mit Bügelaufsatz.

Fig. 325. Durchgangsventil mit Säulenaufsatz.

Fig. 326. Eckventil mit Kastengarnitur.

An anderer Stelle sind in den verschiedenartigsten Ausführungen die Apparatverbindungen nebst den Umlaufleitungen u. s. w. dargestellt, hier sollen deshalb nur die für Schaltungen zu befolgenden Grundsätze an einigen Beispielen erläutert werden.

Für gewöhnlich bilden die Apparate vor dem Gasbehälter und diejenigen hinter demselben für sich abgeschlossene Aggregate, derart, dafs innerhalb der letzteren jeder Apparat für sich aus- und eingeschaltet

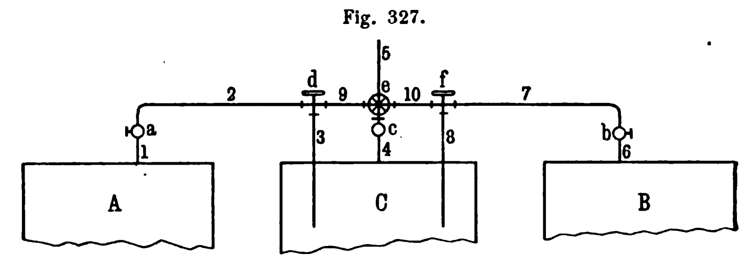


Fig. 327. Schaltungsschema von Entwickler und Kondensator.

werden kann, ohne eine Einwirkung auf den Gesamtbetrieb auszuüben. Der Gasbehälter als solcher kann in der Regel wohl abgesperrt werden, doch sind bei demselben zumeist keine Umlaufleitungen vorgesehen, so dafs seine Ausschaltung im Betriebe nicht stattfinden kann.

Ein allgemeines Schema für die Schaltung vor dem Gasbehälter ist in Fig. 327 dargestellt. Hier bilden die beiden Entwickler *A* und

B sowie der Kondensator (Wäscher) *C* ein Aggregat, bei dem jedes Element jederzeit einzeln ohne Störung des Betriebes ausgeschaltet werden kann. Diesem Zwecke dienen die Durchgangsventile (Schieber, Hähne) *a*, *b* und *c*, sowie die Wechselventile (Dreiweghähne u. s. w.) *d*, *e*, *f*. Bei gewöhnlichem Gange der Arbeit tritt das in *A* entwickelte Gas durch die Leitung 1, das Ventil *a*, die Leitung 2, das Wechselventil *d* in das Tauchrohr 3 des Kondensators *C* und von hier aus durch Leitung 4, Ventil *c*, Wechselventil *e* in die zum Gasbehälter führende Leitung 5. In gleicher Weise tritt in dieses Rohr das in *B* entwickelte Gas durch Leitung 6, Ventil *b*, Leitung 7, Wechselventil *f*, Tauchrohr 8 und Leitung 4.

Zur Ausschaltung von Entwickler *A* ist Ventil *a*, von Entwickler *B* Ventil *b* zu schliefsen.

Soll Kondensator *C* ausgeschaltet werden, so schliefst man das Ventil *c* und schaltet die Ventile *d*, *e* und *f* um. Dann geht das Gas aus *A* durch 1, *a*, 2, *d*, 9 und *e* nach 5 und aus *B* durch 6, *b*, 7, *f*, 10 und *e* gleichfalls nach 5.

Falls aufser dem Kondensator *C* noch Entwickler *B* ausgeschaltet werden soll, so schliefst man Ventile *c* und *b* und schaltet *d*, *e* und *f* derart, dafs Leitung 2 nach 3, 9 und 10 nach 4 und 7 nach 8 geschlossen, dagegen 2 nach 9, 9 und 10 nach 5 und 7 nach 10 geöffnet werden.

Will man den Schlamm in *A* ablassen, ohne dafs Luft hinzutritt, d. h. unter Ersatz des ausfliefsenden Wassers durch Acetylen, so verbindet man die Leitungen 2 mit 9 (d. h. schliefst 2 nach 3) und 9 mit 5. Bei geöffnetem Ventil *a* strömt dann Acetylen aus dem Gasbehälter durch 5, *e*, 9, *d*, 2, *a* und 1 nach *A*; bei Füllung des Entwicklers *A* mit Wasser entweicht das in *A* befindliche Acetylen auf demselben Wege, oder bei normaler Stellung der Ventile nach Passieren des Kondensators in den Gasbehälter. Gleichzeitig können Entwickler *B* und Kondensator *C* durch Schliefsen der Ventile *c* und *b* und Stellung des Wechselventils *f* von 10 nach 8 abgeschlossen werden.

In gleicher Weise erfolgt auch die Entleerung und Füllung des Entwicklers *B*.

Fig. 328 (a. f. S.) zeigt das Schaltungsschema eines hinter dem Gasbehälter befindlichen Systems, bestehend aus zwei Gruppen Reiniger und Trockner (R_I und T_I bezw. R_{II} und T_{II}), Druckregler *DR* und Gasmesser *GM*.

Das Gas strömt für gewöhnlich vom Gasbehälter durch Leitung 1, Wechselventil *a*, Leitung 2, Wechselventil *b* und Leitung 3 zum Reiniger R_I, von dort durch Leitung 4 zum Trockner T_I, von da durch Ventil *c*, Leitungen 5 und 6 zum Wechselventil *d*, von wo aus es direkt oder auch durch Umlauf weitergeführt wird. Gleichzeitig sind durch Wechselventil *b* der Zutritt zur Leitung 7 und durch Ventil *e* der Zutritt zur Leitung 8 abgesperrt.

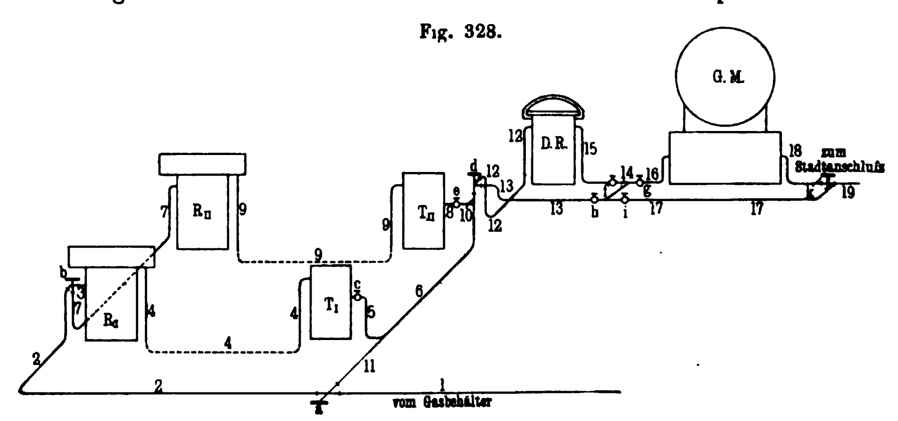
Das Gas durchströmt demnach das Reinigungs- und Trocknungs-

system I (R_I und T_I), während das zweite System (R_{II} und T_{II}) abgeschlossen und ausgeschaltet bleibt.

Will man dagegen letzteres System benutzen, so schaltet man das Wechselventil *a* von 1 nach 2, das Wechselventil *b* von 2 nach 7, öffnet ferner das Ventil *e* und schliefst das Ventil *c*. Dann strömt das Gas von 1 durch *a* nach 2, durch *b* nach 7, R_{II}, 9, T_{II}, 8, *e* und 10 zum Verteilungsventil *d*, während das System $R_I\,T_I$ ausgeschaltet bleibt, einmal indem die Zuleitung von 2 nach 3 durch Wechselventil *b* und die Ableitung 5 durch Ventil *c* abgeschlossen wurden.

Man kann aber auch beide Systeme $R_I\,T_I$ und $R_{II}\,T_{II}$ ausschalten und das Gas direkt, ohne es zu reinigen oder trocknen, nach der Verteilungsstelle *d* führen. Zu diesem Zwecke schaltet man das Wechselventil *a* von 1 nach 11, indem man gleichzeitig den Zugang von 1 nach 2, und ferner die Ventile *c* und *e* schliefst. Das Gas strömt sodann von 1 durch *a*, 11, 6 und 10 zur Verteilungsstelle *d*, während der Eintritt zu den Reinigern und Trocknern durch *a* und die Ventile *c* und *e* versperrt bleibt.

Fig. 328.



Schaltungsschema der hinter dem Gasbehälter befindlichen Apparate.

Von *d* aus kann das Gas auf verschiedenen Wegen zum Stadtanschlufs geführt werden, normalerweise, indem es sowohl den Druckregler als auch den Gasmesser passiert. Zu diesem Zwecke schaltet man das Wechselventil *d* von 10 nach 12, indem man gleichzeitig das Ventil 10 zu 13 verschliefst, die Ventile *f* und *g* öffnet, die Ventile *h* und *i* schliefst und endlich Wechselventil *k* von 18 nach 19 schaltet, wodurch man 18 und 19 nach 17 absperrt.

Das Gas strömt sodann durch *d* nach 12, Druckregler, 15, *f*, 16, Gasmesser, 18 nach 19 (Stadtanschlufs).

Will man den Druckregler ausschalten, so verbindet man durch Wechselventil *d* Leitung 10 mit 13, indem man 10 gegen 12 abschliefst, sodann öffnet man Ventile *h* und *g*, schliefst *f* und *i* und schaltet Wechselventil *k* von 18 nach 19. Das Gas strömt dann durch *d*, 13, *h*, 14, *g*, 16, Gasmesser, 18 nach 19 (Stadtanschlufs).

Um den Gasmesser auszuschalten, verbindet man 10 durch Wechselventil *d* mit 12, öffnet *f* und *i*, schliefst *h* und *g* und schaltet das Wechselventil *k* von 17 nach 19, indem man gleichzeitig 19 nach 18 absperrt. Das Gas strömt dann von 10 durch *d* nach 12, Druckregler, 15, *f*, 14, *i*, 17, *k* nach 19.

Will man endlich Druckregler und Gasmesser ausschalten, so stellt man Wechselventil *d* von 10 nach 13 (indem man zugleich 10 nach 12 absperrt), öffnet *h* und *i*, schliefst *f* und *g* und schaltet 17 nach 19, wodurch man 18 nach 19 absperrt. Das Gas strömt dann von 10 durch *d* nach 13, *h*, *i*, 17 nach 19.

An Stelle der hier angegebenen Wechselventile können natürlich auch einfache Ventile (Hähne u. s. w.) verwendet werden, doch müssen dann solche in doppelter Anzahl, und zwar eins in jeder Leitung, vorhanden sein.

Selbstredend geben die Abbildungen 327 und 328 nicht eine Anordnungsart, die unter allen Umständen befolgt werden mufs, sondern lediglich ein allgemeines Bild, wie derartige Apparatverbindungen zweckmäfsig ausgeführt werden, um in allen Fällen einen möglichst ungestörten Betrieb zu erhalten.

Werkstatt.

Zu dem unentbehrlichen Zubehör einer Gasanstalt gehört eine gut eingerichtete Werkstatt. Manche Betriebsstörungen können sofort behoben, ja vielfach überhaupt vermieden werden, wenn die zur Ausführung geringer Reparaturen nötigen Vorrichtungen bei der Hand sind.

In erster Reihe sind aber diejenigen Werkzeuge vorrätig zu halten, welche zur Ausführung von Anschlufs- und Installationsarbeiten, sowie für Ausbesserungen des Rohrnetzes u. s. w. erforderlich sind. Dazu gehört ein vollständiger Satz aller derjenigen Apparate, die in der Werkstatt eines Installateurs vorhanden sein müssen: Rohrabschneider, Feilen, vollständiger Satz Rohrzangen und Muffenzangen, Brennerzangen, Kneifzangen, Flachmeifsel, Kreuzmeifsel, Schraubenschlüssel, Bohrer, Schraubenzieher, Sägen, verschiedene Handhämmer, ein Satz Mutterschlüssel, Hahnschlüssel, Wasserwage, Zollstock, Wasserpinsel, Rohrstock und Schraubstock, Lötwerkzeuge, Hebeeisen, Stricke zum Hinablassen der Rohre, Werkzeuge für Erdarbeiten und, wenn möglich, Schneidkluppen für kleinere und gröfsere Rohre. Ferner sind eine Pumpe zum Prüfen der Dichtigkeit der Leitungen, sowie Dichtungs- und Schmiermaterial für Gasleitung[1]) u. s. w. nicht zu entbehren.

Zu den Requisiten der Werkstatt gehört weiter ein kleiner transportabler Acetylenapparat und ein Gasbehälter von 200 bis 300 Liter

[1]) Siehe S. 631 bis 634.

Inhalt, fahrbar angeordnet, welcher zur Prüfung der Dichtigkeit der Leitung u. s. w. dient. Eine komplette Feldschmiede vervollständigt das Inventar der Werkstatt. Die Anlage des Werkstattraumes geschieht meistens neben oder gemeinsam mit dem Motor- resp. Heizraume. Die Werkstatt gehört zu den Räumen, in welchen die Anwendung freien Feuers erforderlich werden kann; sie mufs deshalb in entsprechender Weise von den übrigen Gasanstaltsgebäuden isoliert werden und eine entsprechende Deckenkonstruktion besitzen.

Bureau.

In den meisten Gasanstalten werden besondere Räume zu Bureauzwecken verwendet; hier werden die nötigen Kontrolleintragungen des Betriebes gemacht und ferner auch in vielen Fällen das Lager an Installationsmaterial und Beleuchtungsbedarf unterhalten. Die Anlage und Ausstattung dieser Räume ist natürlich den persönlichen und örtlichen Verhältnissen anzupassen, nur auf einen Umstand soll hier hingewiesen werden.

Die Beheizung der eigentlichen Gasanstaltsräume pflegt durch Warmwasser oder Dampf von einer Zentrale aus zu erfolgen. Die Anstaltsräume werden aber nur dann geheizt, wenn es erforderlich wird, sie frostfrei zu halten, während das Bureau doch auf einer Temperatur gehalten werden mufs, die den ständigen Aufenthalt darin gestattet. also auch bei einer Aufsentemperatur beheizt werden mufs, bei der die Beheizung der übrigen Anstaltsräume überhaupt nicht in Betracht kommt. Es ist daher zweckmäfsig, das Bureau nicht an die allgemeine Heizungsanlage anzuschliefsen, sondern mit besonderen Heizvorrichtungen (Öfen oder dergl.) zu versehen. Selbstredend ist es aber in diesem Falle notwendig, die Abtrennung des Bureaus von den übrigen Anstaltsräumen, insbesondere vom Entwicklerraum und Carbidlager, in feuersicherer Weise herzustellen, d. h. unter Anwendung von Brandmauern und dergl. Ebenso mufs dann im Bureauraume eine verputzte Zwischendecke angebracht werden, wie überhaupt in jeder Abteilung, in der sich ein offenes Feuer befindet.

Es empfiehlt sich, Einrichtungen zu treffen, die eine gewisse Kontrolle des Betriebes vom Bureau aus gestatten, indem unter anderem der Anzeiger des Gasbehälterinhaltes vor dem Fenster angebracht wird, die Manometertafeln entweder sichtbar vom Bureau oder in demselben angeordnet werden und ferner auch von den einzelnen Reinigungsapparaten aus Zweigleitungen sehr geringen Durchmessers, $^1/_{16}$ bis $^1/_8$ Zoll, ins Bureau geführt und hier durch Hähne verschliefsbar gehalten werden. Durch geeignete Reagenzpapiere kann man sich dann jederzeit schnell von der Reinigungsarbeit überzeugen.

Rückstände.

Die Art der Sammlung und Aufbewahrung der Rückstände [1]) ist abhängig von dem angewendeten Entwickelungssystem.

Entwickler, bei denen der Schlamm kontinuierlich abfliefst, geben viel dünnere Rückstände als solche, aus denen derselbe periodisch abgelassen wird. Apparate mit Überschwemmsystem geben nur zum Teil flüssige, zum Teil aber halbfeste Schlammmassen. Die Abführung flüssiger Rückstände erfolgt zumeist in eine cementierte Vorgrube, in welcher eine Scheidung des Wassers vom überstehenden Wasser stattfindet. Der dicke Schlamm wird durch eine Gullyeinrichtung oder durch in der Seitenwand unten befindliche Schieber in die eigentliche Schlammgrube abgelassen, während das überstehende Wasser von Zeit zu Zeit abgepumpt wird. Die Schlammgruben können da, wo die Verhältnisse dies zulassen, nach Art der Sickergruben eingerichtet werden und verbleibt der Kalkschlamm dort so lange, bis er eine gewisse feste Konsistenz erreicht hat, so dafs er gestochen und weggeschafft werden kann.

Bei dickflüssigen Schlammrückständen erfolgt das Ablassen direkt in die Kalkgrube; in jedem Falle ist es wünschenswert, zum mindesten zwei Kalkgruben anzulegen, von denen die eine als Vorgrube dient, während die andere die eigentliche Absatzgrube ist.

Feste und halbfeste Rückstände aus Apparaten mit Überschwemmsystem werden gleichfalls in Sickergruben untergebracht.

Bei Ausführung der Kalkgruben ist es notwendig, für eine gute Sicherung der Wände zu sorgen durch Ummauerung u. s. w. und ebenso für genügenden Ablafs des Sickerwassers durch sandige Auffüllung und Anlage von Drainröhren.

Ist das Erdreich wenig durchlässig oder steht das Niveau unterhalb der Grundwasserlinie, so werden auch die Absatzgruben ausgemauert, und das Ablassen des Wassers erfolgt durch Überlaufröhren, Schiebevorrichtungen u. s. w.

Über die Lage der Kalkgruben und die dabei zu beachtenden Vorsichtsbedingungen ist bereits in dem Kapitel „Gasanstaltsgebäude“ gesprochen [2]).

Bei Apparaten nach dem System „Tiefbau“ [3]) bildet die Schlammgrube einen Teil des Entwicklers. Die Carbidrückstände verbleiben darin monatelang und werden schliefslich ausgestochen, was angeblich ohne Unterbrechung des Betriebes geschehen kann (vergl. Fig. 252a und Fig. 266a). Dies bedingt eine Erleichterung der täglichen Arbeiten, da

---

[1]) Über die Verwendung dieser Rückstände vergl. weiter unten „Carbidrückstände und ihre Verwertung“. Über die Ableitung der Rückstände aus dem Entwickler vergl. S. 541. — [2]) Vergl. oben S. 477 und S. 490. — [3]) Vergl. S. 548.

gerade die regelmäfsige Schlammentleerung zu den unangenehmsten Arbeiten in der Acetylenzentrale gehört.

Ausgebrauchte Reinigungsmassen werden zweckmäfsig in besondere Haufen geschüttet und möglichst bald abgefahren, gemeinsam mit den Koksrückständen der Heizung und sonstigen festen Abfällen.

Rohrnetz.

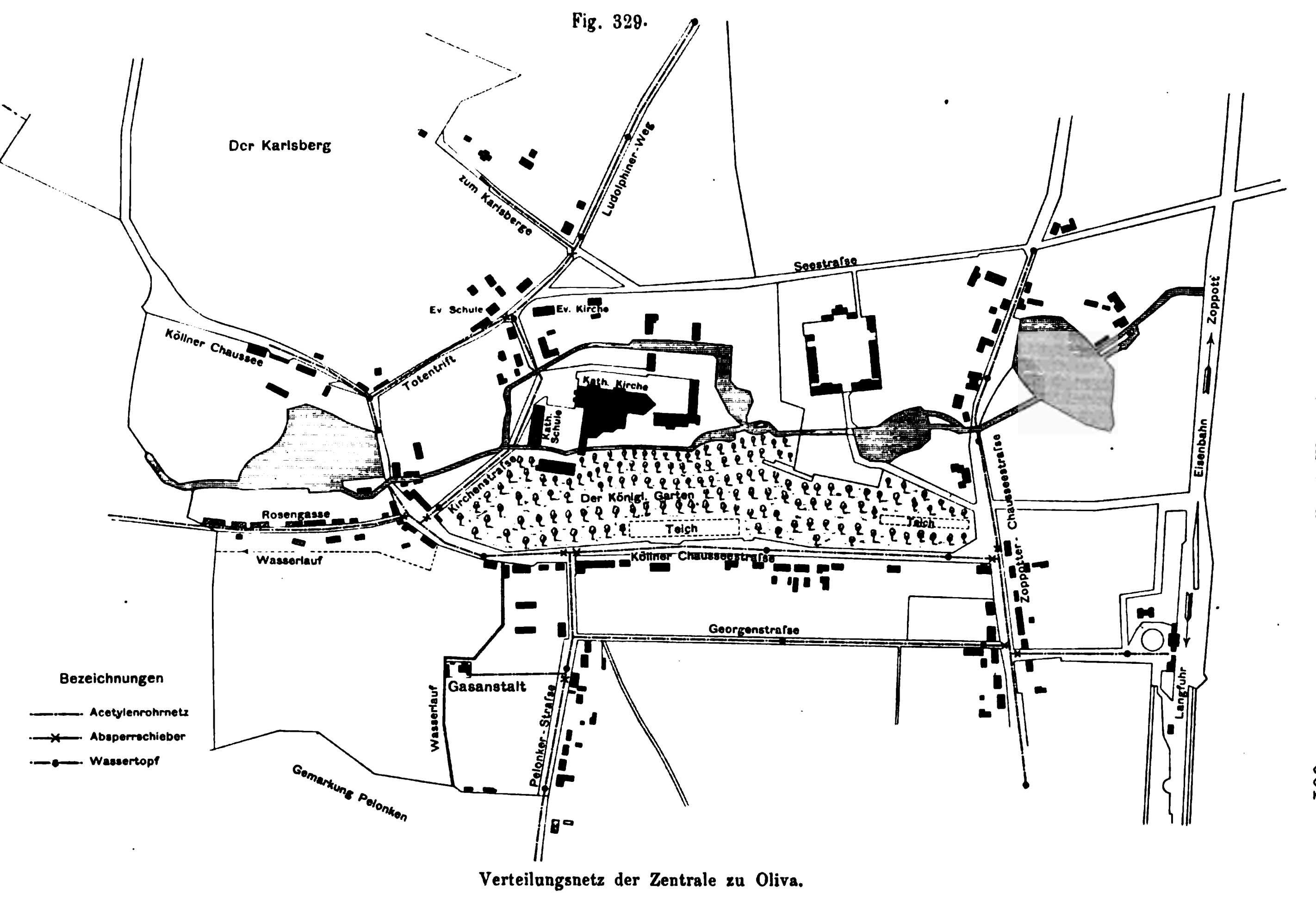
Der wirtschaftliche und technische Wert einer Acetylenzentrale ist in hohem Mafse abhängig von der sachgemäfsen Ausführung der Verteilungsanlage und der richtigen Verteilung des Gases. Fast immer bildet das Rohrnetz den kostspieligsten Teil einer Acetylenzentrale und ist deshalb schon aus diesem Grunde eine besondere Sorgfalt auf dessen Ausführung zu legen. Dazu kommt noch, dafs dasselbe, weil in der Erde verlegt, einer ständigen genauen Kontrolle nicht unterworfen werden kann und dafs die geringsten Versehen bei seiner Installation einerseits zu Betriebsstörungen, andererseits zu Verlusten führen können. Man darf nicht vergessen, dafs die grofse, in einer Volumeinheit des Acetylens aufgespeicherte Heiz- und Leuchtenergie gleichzeitig eine Verteuerung dieser Einheit im Vergleich mit anderen Gasarten bedingt und dafs deshalb ein bei Verwendung anderer Leuchtstoffe bestehender an sich geringer Verlust beim Acetylen schon die Rentabilität der Anlage in Frage stellen kann.

Die Verteilung des Acetylens im Rohrnetz erfolgt nach denselben Regeln wie diejenige des Steinkohlengases, jedoch unter Berücksichtigung der im Hinblick auf die speziellen chemischen und physikalischen Eigenschaften des Acetylens erforderlichen Änderungen. Da nämlich das Acetylen ein erheblich gröfseres specifisches Gewicht und einen gröfseren Reibungskoeffizienten besitzt als Steinkohlengas, sind auch die Fortleitungsmengen und die Geschwindigkeit des Gases in Röhren, sowie der Einflufs der Niveaudifferenzen andere als beim Steinkohlengas. Die chemischen Eigenschaften des Acetylens bedingen eine sorgsame Auswahl des Leitungsmaterials, besondere Vorsichtsmafsregeln bei dessen Verlegung und Dichtung u. s. w.

Die Gröfse der Leitungen richtet sich nach der Art der Verlegung und der für die einzelnen Strecken derselben in Betracht kommenden Durchgangsmengen. Die Anlage wird gewöhnlich so projektiert, dafs alle in Betracht kommenden Flammen mit einer Jahresbrenndauer von 1000 Stunden[1]) in Rechnung gestellt werden, wobei nicht nur die thatsächlich angemeldeten resp. angeschlossenen Flammen zu berücksichtigen sind, sondern auch diejenigen Anschlüsse, auf die im

[1]) Diese Zahl wird allerdings in den bislang im Betriebe befindlichen Zentralen fast in keinem Falle erreicht, man wird jedoch kaum umhin können, mit derselben zu rechnen.

Fig. 329.



Verteilungsnetz der Zentrale zu Oliva.

Laufe der Zeit noch zu rechnen ist. Letztere werden gefunden, wenn man für jedes an der Gasleitung liegende Gebäude je nach der Bauart des Hauses und der wirtschaftlichen Lage der Einwohner durchschnittlich 4 bis 10 Flammen[1]) in Rechnung bringt, aufserdem aber den üblichen Bevölkerungszuschlag[2]) in Betracht zieht.

Bei der Anlage der Leitung ist darauf Rücksicht zu nehmen, dafs thunlichst jeder Teil derselben eine Gaszuführung von zwei Seiten erhält, d. h. dafs ein Teil der Leitung ausgeschaltet werden kann, ohne dafs eine wesentliche Betriebsstörung eintritt. Es ist deshalb zweckmäfsig, die Rohrnetzanlage, zum mindesten die Hauptrohre, als Zirkulationssystem auszubilden, zumal ein solches auch noch die Vorzüge bietet, dafs ein thunlichster Ausgleich der Druckverluste erfolgt und Niveaudifferenzen weniger in Erscheinung treten als bei Anlagen, in denen die Rohrstränge als einzelne Endleitungen ausgebildet sind.

Bei Berechnung der Hauptleitung ist in Betracht zu ziehen, ob dieselbe nur als Konsumleitung oder auch als Speiseleitung für andere Konsumstellen dient. Bei Zirkulationsleitungen wird angenommen, dafs ein jeder Rohrabschnitt nicht nur so viel Gas liefern oder durchlassen soll, dafs die an demselben liegenden Brenner gespeist werden können, sondern dafs daneben auch dann noch durch denselben anderen angeschlossenen Konsumstellen Gas zugeführt werden kann, auch wenn solche eine direkte Zuleitung von der Gasanstalt besitzen. Dadurch wird es einerseits möglich, bei starkem lokalen Konsum der einzelnen Rohrabschnitte den entfernter liegenden Gas unter hinreichend hohem Druck zuzuführen, andererseits aber auch einzelne Zuführungsstränge zur Gasanstalt ohne Störung der Gesamtanlage abzusperren.

Die Zirkulationsanlage soll grundsätzlich aber nicht nur in Bezug auf die Hauptleitung durchgeführt werden, sondern thunlichst auch hinsichtlich der Zweigleitungen. Jeder Rohrabschnitt mit Zweigleitung soll möglichst stets ein geschlossenes System bilden, das nach denselben Grundsätzen als Konsum- und Speiseleitung dimensioniert ist, wie die Hauptleitung.

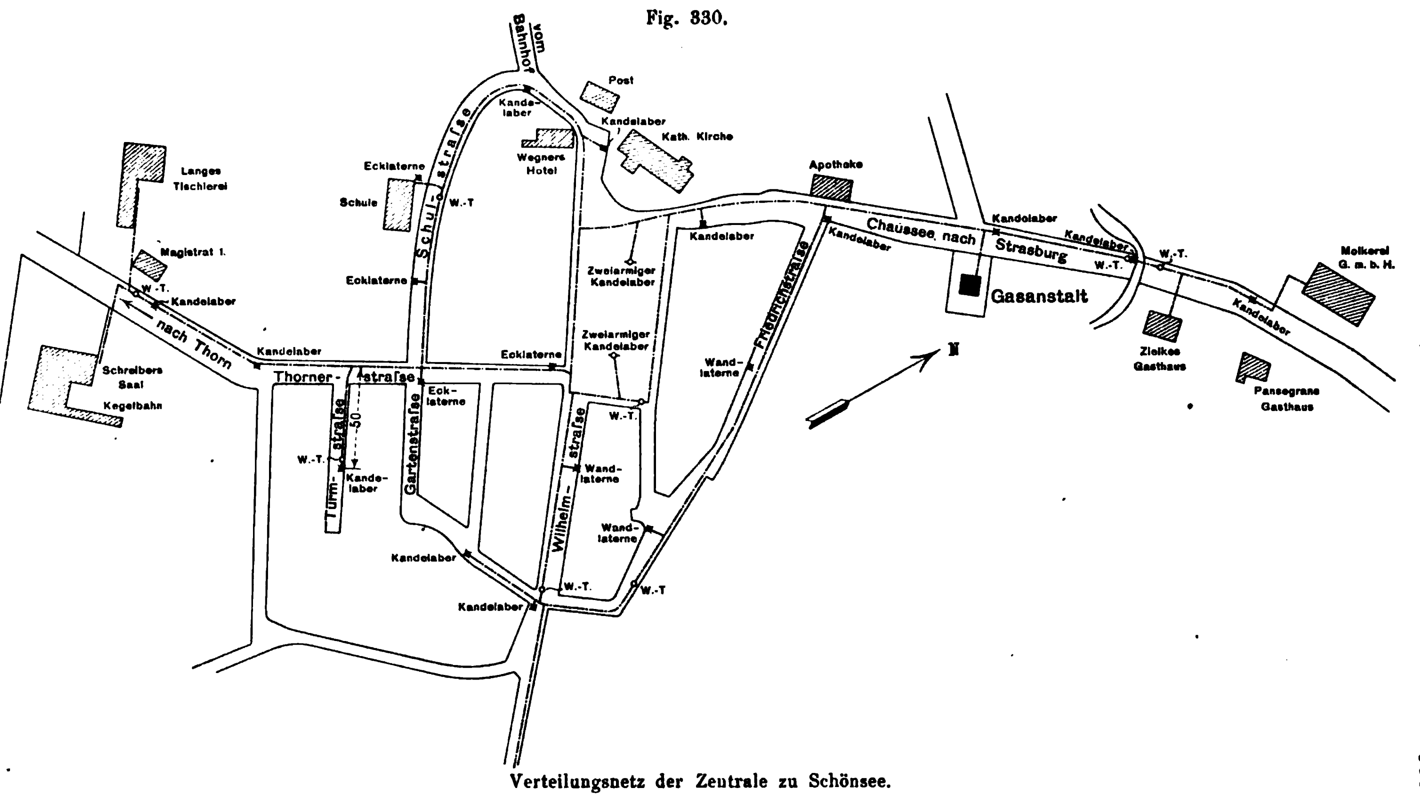
Solche Zirkulations-Haupt- und Nebenleitungen sind in den meisten Acetylenzentralen ausgeführt, z. B. in den Zentralen Oliva (Fig. 329 a. v. S.) und Schönsee (Fig. 330). Besonders ausgebildet sind sie unter anderem in der Acetylenzentrale auf der Insel Helgoland (Fig. 331 S. 604).

Diese Insel besteht aus zwei Teilen, dem durchschnittlich 5 m über dem Meeresspiegel liegenden Unterlande und dem Oberlande, welches das Plateau eines sich schroff 45 bis 50 m hoch erhebenden Felsens bildet.

Die Gasanstalt liegt im Unterlande am Meere; das Rohrnetz im Unterlande ist nach dem Zirkulationssystem derart ausgebildet, dafs jedem Punkt der Hauptleitung aus der Gasanstalt von zwei Seiten Gas

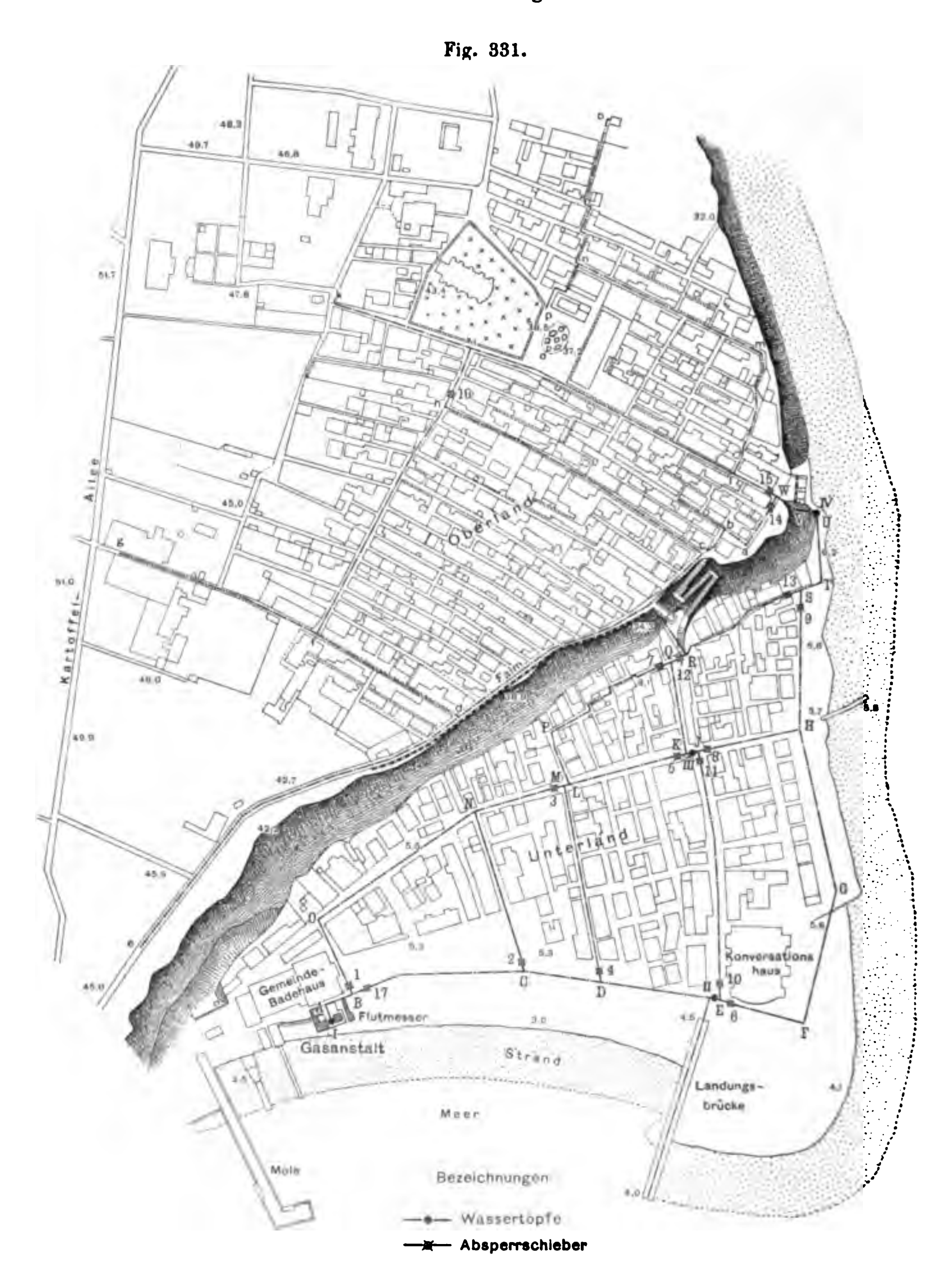
[1]) Vergl. S. 662, 663. — [2]) Vergl. S. 473.

Fig. 330.



Verteilungsnetz der Zentrale zu Schönsee.

Fig. 331.



Verteilungsnetz der Zentrale in Helgoland.

zugeführt wird. Bei dem nach dem Oberlande senkrecht aufsteigenden Zuführungsrohre *V* ist dies auch der Fall.

Der Hauptkonsum findet in der Leitung *EJR* statt, während die Leitungen *BC*, *CD*, *DE*, *BON*, *NM* und *MK* an sich nur wenig belastet sind. Nichtsdestoweniger sind der ganze Ring *BCDEFGHJKLMNO* und die Leitungen *MPQ* und *RSH* so berechnet, dafs jeder Teil desselben, also *BCDE* resp. *BONMJ* oder *BCDEFGHJ* resp. *BCDEFGHSR* oder *BONMPQRS* imstande ist, nicht nur die erforderliche Gasmenge für den Konsum der entsprechend dimensionierten Hauptleitung *EJR* sowie für den eigenen Verbrauch zu liefern, sondern auch noch dem Oberlande durch das Steigrohr *V* genügend Gas zuzuführen.

Wie ferner ersichtlich, bilden auch die Nebenleitungen des Unterlandes und die Anlage auf dem Oberlande fast durchgängig geschlossene Systeme, welche demnach, wie weiter unten beschrieben wird, leicht jedes für sich ausgeschaltet werden können, ohne den übrigen Betrieb im mindesten zu stören.

Nicht immer gestattet es die Lage des Ortes, eine solche Zirkulationsanlage einzurichten. Bei langgestreckten Ortschaften, z. B. in Strafs (Österreich) (Fig. 332), ist es oft unvermeidlich, die Anlage in Form einfacher Endleitungen auszuführen. In solchen Fällen erscheint es im Interesse der Betriebssicherheit zweck-

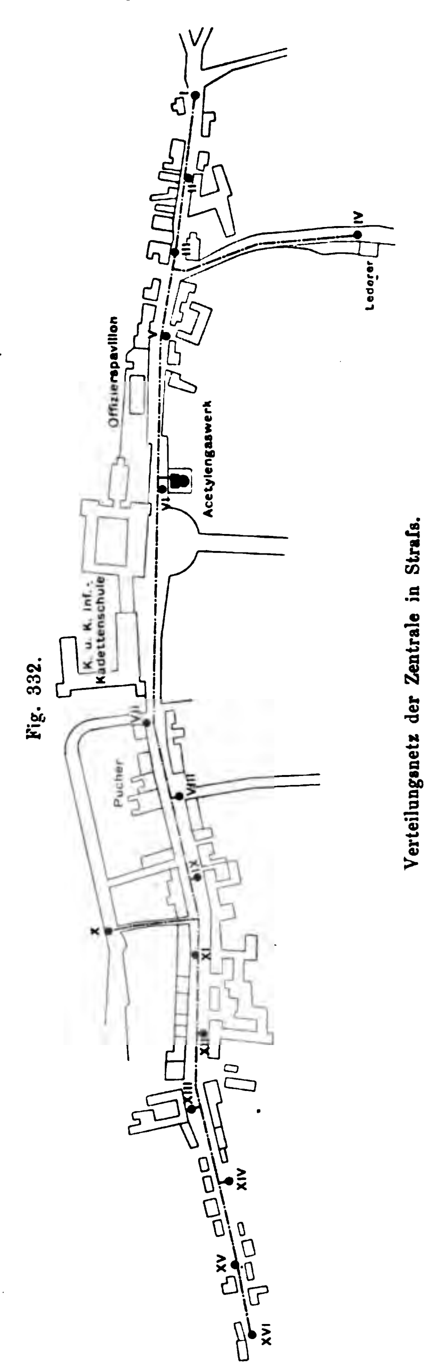


Fig. 332. Verteilungsnetz der Zentrale in Strafs.

mäfsig, soweit hierdurch keine übermäfsige Verteuerung der Anlagekosten erfolgt, anstatt eines Hauptstranges zwei derselben anzulegen (von beiden Seiten der Strafse), die, entsprechend dimensioniert, anstatt der einen Leitung zur Deckung des Bedarfs der eigenen angeschlossenen Flammen und als Zufuhrleitungen dienen.

Unter Berücksichtigung der Bestimmung der Leitungen und demgemäfs des Gasbedarfes erfolgt die Ausrechnung der Weite der Rohrleitungen nach den für die Strömung der Gase geltenden Regeln.

Bekanntlich ist die Menge des durch ein Rohr strömenden Gases abhängig von der Geschwindigkeit desselben und von dem Rohrquerschnitt. Bezeichnet Q die durch die Rohre strömende Gasmenge in Kubikmetern pro Sekunde, v die Geschwindigkeit des Gases in Metern pro Sekunde und q die Querschnittsfläche, welche die Gasmenge passiert, in Quadratmetern, so erhält man die Formel[1]:

$$Q = q \cdot v.$$

Bei runden Rohren ist $q = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$, wobei d den Durchmesser des Rohres bezeichnet, man erhält demnach die Formel:

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

oder

$$d = 1{,}128 \sqrt{\frac{Q}{v}}.$$

Die Geschwindigkeit des Gases ist aber keine konstante, sondern eine variable Gröfse; sie ändert sich mit der Länge der Leitung, da das Gas durch innere Reibung sowohl als auch durch Reibung an den Wänden der Rohre einen gewissen Energieverlust erleidet, der äufserlich auch dadurch merkbar wird, dafs sich der Anfangsdruck des Gases mit der Länge der Fortleitung ändert. Der so entstehende Druckverlust ist, wie ersichtlich, für jedes Gas verschieden und hängt ab, abgesehen von Länge und Querschnitt des Rohres, sowie Menge des durchfliefsenden Gases (die an sich wieder von dem Anfangsdruck abhängig ist), von dem specifischen Gewicht und dem Reibungskoeffizienten des Gases selbst. Unter Berücksichtigung des beobachteten Druckverlustes erhält man für Steinkohlengas die in der Praxis allgemein gültige Formel (nach Poole):

$$Q = 0{,}0022543 \, . \, d^2 \sqrt{\frac{h\,d}{s\,l}},$$

wobei zu bedeuten hat: Q die stündliche Ausflufsmenge in Kubikmetern; l die Länge der Leitung in Metern; d den lichten Rohrdurchmesser in Millimetern; h den Druckverlust in Millimetern Wassersäule; s das specifische Gewicht des Gases.

---

[1]) Vergl. S. 334.

Aus dieser Formel erhält man folgende Werte:

$$d = 11{,}449 \sqrt[5]{\frac{Q^2 s l}{h}}$$

$$h = 197\,800 \frac{Q^2 s l}{d^5}.$$

Bei der Annahme des specifischen Gewichtes von Leuchtgas $s = 0{,}42$ erhält man für dasselbe:

$$h = 83\,000 \frac{Q^2 l}{d^5}.$$

Die Leitungen sollen das Gas den Verbrauchsstellen mit einem möglichst konstanten Druck zuführen, sie müssen deshalb so dimensioniert sein, dafs der Druckverlust (h) möglichst gering ist. Derselbe wird für gewöhnlich sowohl bei Steinkohlengas- als auch bei Acetylengasanstalten mit 5 mm berechnet, ist demnach für beide Gase konstant.

Bislang wurde nun vielfach angenommen, dafs auch im übrigen die für Steinkohlengas gültigen Formeln für Acetylen Geltung haben, wenn man nur die entsprechend der höheren Leuchtkraft des Acetylens geringeren Mengen (Q) in Betracht zieht und ferner das specifische Gewicht (s) des Acetylens einsetzt.

v. Szepczynski [1]) hat hierbei unter der Voraussetzung, das specifische Gewicht des Acetylens sei doppelt so hoch wie dasjenige des Steinkohlengases und die nötige Menge desselben 15 mal so klein, gefunden, dafs

$$D : D_1 = 2{,}6$$

ist, wobei D den Rohrdurchmesser für eine Steinkohlengasleitung und D_1 denselben für eine Acetylenleitung bedeutet.

Zu fast gleichem Resultat gelangte v. Cedercreutz [2]), welcher das Verhältnis

$$D : D_1 = 2{,}4$$

fand.

Zu erheblich gröfseren Rohrdurchmessern gelangte v. Strampf [3]), welcher das Verhältnis $D : D_1$ zu 1,63 bestimmte, indem er richtigerweise annahm, dafs eine Acetylengasanstalt nicht 15 mal so wenig Gas verbraucht wie eine Steinkohlengasanstalt, sondern nur 5 mal so wenig. Das Mengenverhältnis des Verbrauchs an Steinkohlengas und Acetylen ist abhängig von der eingeführten Beleuchtungsart. Sind für beide Gase nur offene Flammen im Gebrauche, dann ist das Verhältnis, auf gleiche Helligkeit bezogen, 15 : 1; verwendet man Steinkohlengas im Glühlichtbrenner, Acetylen dagegen im offenen, so ist das Verhältnis wie 2,5 : 1; betreibt man dagegen von beiden Gasarten nur Glühlicht,

[1]) Zeitschr. f. Calc. u. Acet. 1, 215. — [2]) Ebenda 2, 27. — [3]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 80.

so ist es wie 5:1. Es ist deshalb ratsamer, will man von den auf Grund der Steinkohlengasformeln berechneten Rohrtabellen zum Acetylen übergehen, die erforderlichen Gasmengen stets als Grundlage anzunehmen, d. h. auszurechnen, wieviel Acetylen aus einer bestimmten Leitung mehr oder weniger ausfließt als Steinkohlengas. Dieses Verhältnis läßt sich gleichfalls aus der Formel

$$h = 197\,800 \frac{Q^2 s l}{d^5}$$

berechnen.

Für Steinkohlengas haben wir bei $s = 0{,}42$:

$$h = 83\,000 \frac{Q^2 l}{d^5},$$

für Acetylengas bei $s = 0{,}91$:

$$h' = 179\,000 \frac{Q_1^2 l_1}{d_1^5}.$$

Da nun, wie oben bemerkt wurde, für Acetylen wie für Steinkohlengas der Druckverlust ein gleich geringer sein soll, so muſs $h = h_1$ sein, d. h. wir erhalten für ein Rohr l von einem Durchmesser d für Steinkohlengas:

$$h = 83\,000 \frac{Q^2 l}{d^5},$$

und für Acetylen [1]):

$$h = 179\,000 \frac{Q_1^2 l}{d^5};$$

daraus folgt:

$$83\, Q^2 = 179\, Q_1^2$$

und

$$\frac{Q}{Q_1} = \sqrt{\frac{179}{83}} = 1{,}43,$$

woraus folgt:

$$Q = 1{,}43\, Q_1 \quad \text{und} \quad Q_1 = 0{,}7\, Q.$$

Das heiſst, unter gleichen Bedingungen sollen aus einem und demselben Rohr 30 Proz. Acetylen weniger ausfliefsen als Steinkohlengas.

Diese Formeln, welche in die Praxis Eingang fanden, haben sich aber als unrichtig erwiesen. Weder das Verhältnis $D:D_1 = 2{,}6$ resp. 2,4 oder 1,63 noch dasjenige $Q:Q_1 = 1{,}43$ entspricht den thatsächlichen Verhältnissen.

Es wurde nämlich übersehen, daſs in dem Koeffizienten der Formel

$$h = 197\,800 \frac{Q^2 s l}{d^5}$$

der Steinkohlengasformel als Faktor auch der Reibungskoeffizient des

[1]) Vergl. v. Strampf, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 80.

Gases enthalten ist, welcher für Steinkohlengas und Acetylen verschiedene Werte besitzt.

Zunächst hat diesen Umstand Bernát[1]) erkannt. Er hat auch eine Reihe von Tabellen für Acetylengasleitungen ausgerechnet, indem er als grundlegende Formeln für die Strömung dieses Gases (Druckverlust) diejenigen annahm, welche von Rieder und Gutermuth[2]) einerseits und von Lorenz[3]) andererseits für Druckluft resp. Luftleitungen aufgestellt wurden.

Bernát erhielt als Mittel seiner Berechnung:

$$Q_1 = 0{,}001\,253\,d^2 \sqrt{\frac{h\,d}{s\,l}};$$

daraus berechnet sich das Verhältnis von $\frac{Q \text{ (Steinkohlengas)}}{Q_1 \text{ (Acetylen)}} = 1{,}8$ und $Q_1 = 0{,}56\,Q$, d. h. unter gleichen Bedingungen strömt nach Bernát aus einem und demselben Rohr 44 Proz. weniger Acetylen aus als Steinkohlengas.

Dies ist aber nicht richtig, und ebenfalls unrichtig sind die von Bernát[4]) ausgerechneten Tabellen, welche in fast alle Bücher und Schriften über Acetylen übergegangen sind.

Bernát hat bei deren Ausrechnung den Fehler begangen, dafs er als Reibungskoeffizienten des Acetylens denjenigen von Ortloff[5]) mit 0,000 131 9 eingesetzt hat, der beim Ausströmen des Gases aus dünnen Kapillaren erhalten wurde. Dies ist aus dem Grunde nicht richtig, weil beim Strömen des Gases durch Rohre die innere Reibung desselben sich weniger äufsert als diejenige der äufseren Hülle an den Wandungen des Rohres.

Es ist deshalb notwendig, um zu einer praktisch richtigen Formel zu gelangen, das Verhältnis der Ausströmungen von Acetylen und Steinkohlengas zu bestimmen, falls man die für Steinkohlengas aufgestellten Tabellen für Acetylen benutzen will.

Unter Berücksichtigung der Werte für s (specifisches Gewicht) erhält man, wie oben erwähnt wurde, für Steinkohlengas:

$$h = 83\,000\,\frac{Q^2\,l}{d^5},$$

für Acetylen:

$$h_1 = 179\,000\,\frac{Q_1^2\,l_1}{d_1^5}.$$

Leitet man durch ein und dasselbe Rohr Steinkohlengas und Acetylen unter verschiedenen Drucken und zwar derart, dafs die Menge

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 130, 278, 361, 381. — [2]) Ztsch. d. Vereins deutscher Ingenieure 1891, S. 188. — [3]) Des Ing. Taschenbuch „Hütte" 1898, Abt. 1, 286. — [4]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 381. — [5]) Die Reibungskoeffizienten der drei Gase C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2. Inauguraldissertation, Jena 1898.

des ausströmenden Gases annähernd dieselbe ist, so müfste man erhalten, da $l = l_1$, $Q = Q_1$, $d = d_1$:

$$\frac{h_1}{h} = \frac{179}{83} = 2,16.$$

Thatsächlich aber ist unter diesen Umständen das Verhältnis der Druckverluste, wie von Caro[1]) für ein- und anderthalbzölliges Rohr festgestellt wurde:

$$\frac{h_1}{h} = 2,3;$$

es ist deshalb bei gleichem Druckverlust das Verhältnis:

$$\frac{Q}{Q_1} = \sqrt{2,3} = 1,55$$

oder:

$$Q = 1,55\, Q_1 \quad \text{und} \quad Q_1 = 0,645\, Q,$$

d. h. aus einem und demselben Rohr strömt nur etwa 35 Proz. weniger Acetylen aus als Steinkohlengas.

Man kann deshalb zur Auffindung der richtigen Dimensionen die bekannten Steinkohlengastabellen oder auch die graphischen Aufzeichnungen nach Monnier benutzen, wenn man anstatt des wirklichen Konsums Q_1 denjenigen $Q = 1,55\, Q_1$ in Betracht zieht, d. h. man nimmt für Acetylengas diejenigen Rohrleitungen, welche für einen $1^1/_2$fachen Konsum an Leuchtgas ausreichen. Auch die Bernátschen Tabellen kann man gebrauchen, wenn man, entsprechend den obigen Berechnungen, diejenigen auswählt, welche für einen um etwa $^1/_3$ geringeren Konsum angegeben sind.

Die nach obiger Formel erhaltenen Zahlen gelten nur für diejenigen Fälle, in denen der Gaskonsum am Ende der Leitung stattfindet, d. h. das Gas durch das Rohr von der Länge l und dem Durchmesser d strömt, ohne dafs es zum Teil abgeleitet wird. In der Praxis findet aber stets im Rohrstrang auch unterwegs ein Gaskonsum statt. Werden n Abzweigungen von einer Leitung von der Länge l in gleichen Entfernungen voneinander mit gleichen Gasmengen gespeist und ist Q die Gasmenge, welche am Anfange in die Leitung tritt, und q die gesamte unterwegs abgegebene Gasmenge, so ist die Abgabe an jeder Abzweigung $\frac{q}{n}$ und der gesamte Druckverlust:

$$h = \frac{2\, Q^2 l s}{d^5} \left[1 - \frac{q}{Q} + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6\, n}\right) \left(\frac{q}{Q}\right)^2\right].$$

Bezeichnet man nun den Wert

$$\left[1 - \frac{q}{Q} + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6\, n}\right) \left(\frac{q}{Q}\right)^2\right]$$

[1]) Originalmitteilung.

mit A, so ist

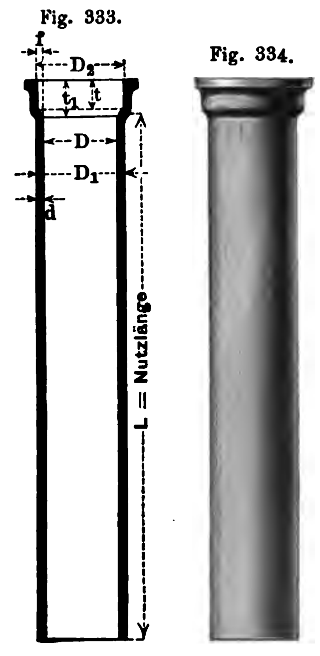
$$h = \frac{2\,Q^2 l s}{d^5} A.$$

Wird unterwegs kein Gas abgegeben, so ist $q = 0$ und folglich $A = 1$. In der Praxis sind zwar die Entfernungen der Abzweigungen und die abzugebenden Gasmengen verschieden grofs, doch ist dies von so geringem Einflusse, dafs man die vorstehende Formel für gleiche Mengen und Entfernungen benutzen kann [1]).

Bei den meisten in Betracht kommenden Zentralen gelten folgende Ausmessungen: Hauptrohr 4 bis 5 Zoll; Zirkulations- und Hauptleitung 3 bis 4 Zoll; Neben- und Speiseleitungen 2 Zoll; Zweigrohre 1 Zoll. Unter 1 Zoll soll man mit Strafsenleitungen nicht gehen, weil dünnere Rohre sich leicht verbiegen und zu Ansammlungen von Wasser u. s. w. Anlafs geben können.

Röhren.

Für Acetylengas werden sowohl gufseiserne als auch schmiedeeiserne Röhren angewendet; in einigen Ländern, so namentlich in Frankreich, sind auch vielfach Bleirohre im Gebrauch.



Normales gufseisernes Muffenrohr.

Diese letzteren haben allerdings bei hinreichend sorgsamer Ausführung den Vorzug unbedingter Dichtigkeit, da die Verbindung durch Löten erfolgt, so dafs man ein vollkommen zusammenhängendes, von Unterbrechungen freies Rohrnetz erhält. Im übrigen zeigt aber die Verwendung von Bleirohren im Erdreich viele Nachteile, so der geringeren Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit. Man hat deshalb auch in Frankreich in letzter Zeit von der Verwendung derselben abgesehen und ist zu eisernen Rohren übergegangen. Dazu kommt noch, dafs die Verlegung der Bleirohre, namentlich die Anbringung der Zweigleitung u. s. w., ein grofses Mafs von Kunstfertigkeit verlangt, die dem in diesen Installationen nicht besonders geübten Rohrleger in der Regel vollständig abgeht.

Die eisernen Rohrleitungen haben sich im grofsen und ganzen gut bewährt.

[1]) Näheres vergl. Schaars Kalender f. Gas- u. Wasserfach-Techniker 1902, S. 74.

Allerdings ist mehrfach behauptet, dafs das Acetylengas einen besonders nachteiligen Einflufs auf eiserne Leitungen ausübt. Dies ist indessen nur der Fall bei Verwendung unreinen Gases und bei fehlerhaftem Betriebe, während gereinigtes Acetylen bei normalem Betriebe ohne jede Einwirkung auf eiserne Rohre ist.

Welche Rohrleitungen den Vorzug verdienen, ob gufseiserne oder schmiedeeiserne, kann ohne weiteres nicht entschieden werden. Gufseiserne Leitungen zeigen im Erdreich gröfsere Widerstandsfähigkeit, da aber hierbei nur Muffenrohre verwendet werden können, so ist eine gute Abdichtung viel schwieriger als bei den mit Gewinde versehenen schmiedeeisernen Gasrohren. Aufserdem gestattet die Verwendung der letzteren eine gröfsere Mannigfaltigkeit in der Benutzung von Form- und Façonstücken, was ebenfalls eine leichtere Dichthaltung der Rohre ermöglicht.

Für Leitungen aus Gufseisen werden die normalen Muffenrohre (Fig. 333 und 334 a. v. S.) verwendet, deren Ausmessungen nach den Normalien des Vereins deutscher Ingenieure und des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands wie folgt sind:

Innerer Durchmesser D mm	Äufserer Durchmesser D' mm	Normale Wandstärke δ mm	Innere Muffenweite D^2 mm	Spielraum f. Dichtung f mm	Tiefe d. Muffe t mm	Tiefe der Dichtung t^1 mm	Übliche Nutzlänge m	Gewicht kg der Muffe	Gewicht kg v. 1 lfd. m einschl. Muffe
40	56	8	70	7	74	62	2	2,68	10,09
50	66	8	81	7,5	77	65	2,5	3,14	11,83
60	77	8,5	92	7,5	80	67	2,5	3,89	14,82
70	87	8,5	102	7,5	82	69	3	4,35	16,65
80	98	9	113	7,5	84	70	3	5,09	19,94
90	108	9	123	7,5	86	72	3	5,70	22,19
100	118	9	133	7,5	88	74	3,5	6,20	24,11
125	144	9,5	159	7,5	91	77	3,5 u. 4	7,64	31,01
150	170	10	185	7,5	94	79	4	9,89	38,91
175	196	10,5	211	7,5	97	81	4	12,00	47,36
200	222	11	238	8	100	83	4	14,41	56,46
225	248	11,5	264	8	100	83	4	16,89	66,17
250	274	12	291	8,5	103	84	4	19,61	76,51
275	300	12,5	317	8,5	103	84	4	22,51	87,48

Für Herstellung von Abzweigen, Nebenleitungen u. s. w. dienen verschiedene, gleichfalls aber normale Formstücke, so z. B. für rechtwinkelig abgehende Leitungen sogen. A-Stücke (Fig. 335), bei denen der Abzweig mit einer Flansche versehen ist und deshalb die Nebenleitung durch ein Flanschenrohr erfolgen kann, oder auch B-Stücke

(Fig. 336), bei denen der Abzweig gleichfalls mit einer Muffe versehen ist. Diese beiden Formstücke werden in folgenden Dimensionen geliefert:

Durchmesser des Hauptrohres *D* mm	Durchmesser des Abzweigstutz *d* mm	Baulänge *L* m
40—100	40—100	0,8
125—325	40—325	1,0
350—500	40—300	1.0
	325—500	1,25

Hierzu ist zu bemerken, dafs der Abzweig nicht etwa gleichen Durchmesser haben mufs wie die Hauptleitung, sondern innerhalb der

Fig. 335.



Normales *A*-Stück

Fig. 336.



Normales *B*-Stück

Fig. 337.



Normales *C*-Stück

für gufseiserne Leitungen.

angegebenen Ausmessungen verschieden ist. Als Beispiel sei die üblichste Mafsliste der *A*- und *B*-Stücke angeführt:

Durchmesser des Hauptrohres D = mm	Lichtweite d. Abzweiges d = mm u. Gewichte d. *A*-Stücke in kg														
	25	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250
40	14	14,5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	16	16,5	17	17,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	19	19,5	20	21	21,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	21	21,5	22,5	23	24	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	26	26	26,5	27	28	28,5	29,5	—	—	—	—	—	—	—	—
90	28	28	28,5	29	30	31	32	33	—	—	—	—	—	—	—
100	30	30	31	32	33	34	35	36	37	—	—	—	—	—	—
125	—	—	45,5	46	47	48	49	50	52	53	—	—	—	—	—
150	—	—	56	57	57	58	60	61	62	65	67	—	—	—	—
175	—	—	68	69	70	71	72	73,5	75	77	80	82	—	—	—
200	—	—	81	82	83	84	85	86,5	88	90	93	95	98	—	—
225	—	—	94	95	95	96	97	98,5	101	103	106	108	111	114	—
250	—	—	105	106	107	107	108	110	112	114	117	119	122	125	128

Für unter einem Winkel verlaufende Abzweige werden sogen. *C*-Stücke (Fig. 337 a. v. S.) verwendet; der Durchmesser des Abzweiges ist wie bei den *A*- und *B*-Stücken verschieden, und zwar werden diese Formstücke in folgenden Dimensionen geliefert:

Durchmesser des Hauptrohres *D* mm	Durchmesser des Abzweigstutz *d* mm	Baulänge *L* m
40—100	40—100	0,8
125—275	40—275	1,0
300—425	40—250	1,0
	275—425	1,25
450—500	40—250	1,0
	275—425	1,25
	450—500	1,50

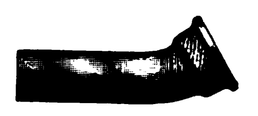
Die *A*-, *B*-, *C*-Stücke werden statt mit einem auch mit zwei genau korrespondierenden Abzweigen geliefert (*AA*-, *BB*- und *CC*-Stücke) und an Stelle von Kreuzstücken u. s. w. verwendet.

Zur Fortführung der Abzweige bei Benutzung von *C*-Stücken, deren Abzweig mit einer Flansche endigt und überall da, wo ein Anschlufs an eine Leitung hergestellt werden soll, die nicht aus Muffenrohren besteht, dienen entweder Rohrabschnitte, die von einer Seite mit Flansche, von der anderen Seite mit Muffe versehen sind (*E*-Stücke, Fig. 338) oder auch Rohrabschnitte, die einerseits eine Flansche haben, andererseits glatt auslaufen und in eine Muffe gesteckt werden können (*F*-Stücke, Fig. 339). Die ersteren werden in den verschiedensten Dimensionen mit einer Baulänge von 300 mm, die zweiten bei einem Durchmesser von 40 bis 475 mm mit einer Baulänge von 600 mm und darüber mit einer solchen von 800 mm normalerweise geliefert.

Fig. 338.

Normales *E*-Stück.

Fig. 340.



Normales *J*-Stück.

Fig. 339.





Normales *F*-Stück

Fig. 341.



Gebogenes *J*-Stück.

Zur Herstellung von Abzweigen dienen ferner Bogenröhren der verschiedenartigsten Dimensionen, welche einerseits mit einer Muffe versehen sind, andererseits glatt auslaufen. Bei sogen. *J*-Stücken (Fig. 340 und 341) besitzt der Krümmungswinkel $11^1/_4{}^0$, $22^1/_2{}^0$, 30^0,

45°, 60° oder 90°, der Radius der Krümmungslinie 250 mm für einen Rohrdurchmesser von 40 bis 90 mm. Für Rohre von 100 mm oder gröfseren Durchmesser ist er gleich dem Diameter der Rohröffnung zuzüglich 150 mm.

Eine übliche Mafsliste dieser Façonstücke zeigt nachfolgende Tabelle:

Lichtweite D	Krümmungsradius	11¼°		22½°		30°		45°		60°		90°	
		Baulänge	Gewicht	Baulänge	Gewicht	Baulänge	Gewicht	Baulänge	Gewicht	Baulänge	Gewicht	Baulänge	Gewicht
mm	mm	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg
40	250	289	6	338	6,5	371	7	436	7,5	501	8	632	9
50	250	299	7	348	8	381	8,5	446	9	511	10	642	11
60	250	309	9	358	10	391	10,5	456	11	521	12	652	14
70	250	319	10,5	368	11	401	12	466	13	531	14	662	16
80	250	329	13,5	378	14	411	15,5	476	16	541	17	672	20
90	250	339	14,5	388	15,5	421	16,5	486	18	551	19	682	22
100	250	349	16	398	16,5	431	18,5	496	20	561	22	692	25
125	275	374	21,5	432	23,5	470	25	536	27	614	29	755	34
150	300	408	28,5	466	32	508	32,5	585	36	664	40	820	45
175	325	439	36	503	39,5	545	41	630	46	715	50	885	59
200	350	469	45	537	49,5	583	52	675	58	766	63	948	77
225	375	499	55	572	60	621	63,5	719	71	817	78	1013	92
250	400	529	66	607	72,5	659	76	764	85	868	94	1078	111

Die Länge des geraden Spitzendes ist hierbei gleich dem Durchmesser zuzüglich 200 mm (bei Röhren über 400 mm zuzüglich 600 mm).

Schlanke Bogenstücke Fig. 342 (*K*-Stücke) mit einem Krümmungswinkel von 11,25°, 22,5°, 30°, 45° haben einen Krümmungsradius, der

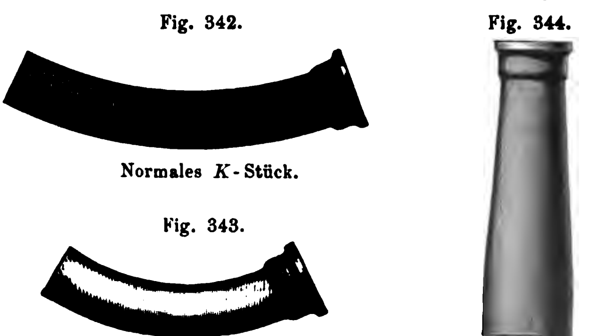


Fig. 342. Normales *K*-Stück.

Fig. 343. Normales *L*-Stück.

Fig. 344. Normales *R*-Stück.

das Zehnfache des Rohrdurchmessers beträgt, schlanke Bogenstücke Fig. 343 (*L*-Stücke) werden mit einem Krümmungswinkel von 45° für Rohre gröfseren Durchmessers als 125 mm und mit einem Krümmungs-

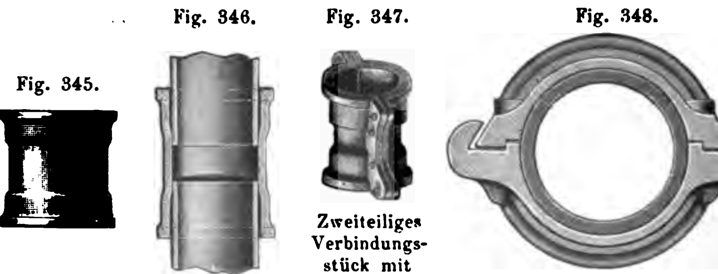
winkel von 30° für schwächere Rohrgattungen genommen. Für Rohre von über 200 mm verwendet man einen Krümmungsradius, der das fünffache des Durchmessers beträgt.

Bei Übergängen von Rohren gröfseren Durchmessers zu solchen kleineren werden sogen. *R*-Stücke verwendet, die an ihrem breiteren Ende glatt, am engeren Ende mit einer Muffe versehen sind (Fig. 344 a. v. S.). Die Baulänge derselben beträgt gewöhnlich 1 m, die gebräuchlichsten Ausmessungen sind in folgender Tabelle enthalten:

Durchmesser am glatten Ende *D* mm	Durchmesser *d* an der Muffe und Kilogewicht pro Stück											
	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225
50	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	16	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	18	20	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	20	22	23	25	—	—	—	—	—	—	—	—
90	22	23	25	28	30	—	—	—	—	—	—	—
100	24	25	26	30	33	35	—	—	—	—	—	—
125	25	27	29	32	35	38	43	—	—	—	—	—
150	32	34	36	38	40	43	46	51	—	—	—	—
175	39	41	44	45	48	50	51	56	62	—	—	—
200	—	—	50	53	54	56	58	63	70	75	—	—
225	—	—	—	58	61	62	64	70	75	82	88	—
250	—	—	—	67	68	70	72	78	82	88	95	105

Da, wo zwei Rohre mit ihren glatten Enden aneinanderstofsen, werden Überschieber (*U*-Stücke, Fig. 345 und 346) verwendet, die in den verschiedensten Durchmessern geliefert werden; die Baulänge ist

Fig. 345. Fig. 346. Fig. 347. Fig. 348.



Normales *U*-Stück.

Zweiteiliges Verbindungsstück mit Schraubenverbindung.

Zweiteiliges Verbindungsstück mit Keilverbindung.

gleich dem vierfachen der Muffentiefen, welche aus der Normaltabelle für Muffenrohre ersichtlich ist.

Die Überschieber werden in solchen Fällen, wo es sich darum handelt, zwei glatte Enden bereits installierter Rohre zu verbinden oder einen Rohrbruch zu beheben, zweiteilig verwendet und geschieht

die Verbindung beider Teile entweder vermittelst Schrauben (Fig. 347) oder nach **Reuthers** Patent durch Keilverschlufs (Fig. 348).

Aufser diesen normalen Façonstücken werden hier und da noch besondere Formstücke benutzt, so z. B. bei Änderungen des Niveaus der Rohre Etagenrohre (Fig. 349) u. dergl. mehr.

Die Herstellung der Abzweige bei gufseisernen Rohren kann nicht nur vermittelst Façonstücke, sondern auch dadurch bewirkt werden, dafs das Hauptrohr angebohrt und in die Bohrung dann die Nebenleitung eingesetzt wird. Um die angebohrte Stelle zu sichern und der Zweigleitung eine feste Verbindung zu schaffen, ist es notwendig, dieselbe nicht direkt in die Hauptleitung einzulegen, sondern in den Abzweig einer doppelteiligen Muffe, welche mit einem Seitenrohr versehen ist und über das Hauptrohr so gelegt wird, dafs die Öffnung des Seitenrohres mit der Bohröffnung im Hauptrohr korrespondiert. In dieses Seitenrohr wird sodann die Zweigleitung eingesetzt. Je nachdem, ob die Zweigleitung ebenfalls aus gufseisernen Muffenröhren oder aus

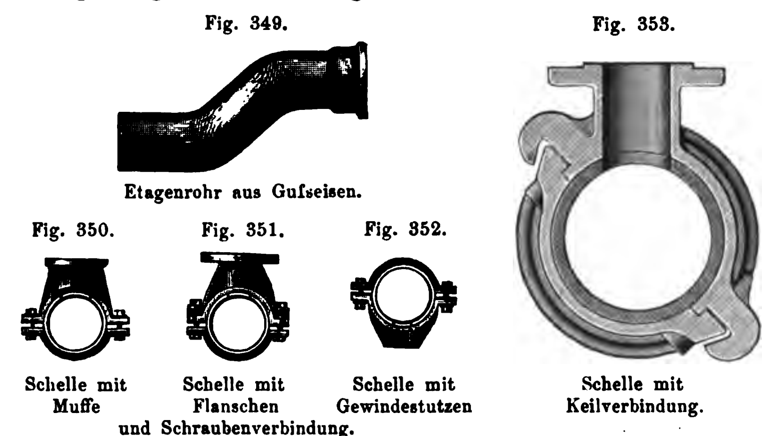


Fig. 349. Etagenrohr aus Gufseisen.

Fig. 350. Fig. 351. Fig. 352. Schelle mit Muffe — Schelle mit Flanschen — Schelle mit Gewindestutzen und Schraubenverbindung.

Fig. 353. Schelle mit Keilverbindung.

Flanschen oder Gasrohr besteht, werden diese Hilfsmuffen resp. Anbohrschellen mit einer in der Ableitung befindlichen Muffe (Fig. 350), mit Flansche (Fig. 351) oder mit Gewindestutzen (Fig. 352) verwendet.

Die Dimensionen der Abzweige solcher Anbohrschellen stehen in demselben Verhältnis zum Hauptrohr wie bei den *A*-, *B*- und *C*-Stücken.

Die zweiteilige Anbohrschelle wird gleichfalls entweder durch Verschraubung (Fig. 350 bis 352) oder nach **Reuthers** Patent durch Keilverschlufs verbunden (Fig. 353).

Zum Abschliefsen von Muffenenden bedient man sich gufseiserner Stöpsel.

In der Mehrzahl aller Acetylenzentralen sind zur Herstellung der Leitungen **schmiedeeiserne** Gasrohre benutzt. Dieselben sind an beiden Enden mit Gewinden versehen und werden vermittelst Muffen oder Façonstücken miteinander verbunden. Für gewöhnlich werden schwarze

schmiedeeiserne Rohre verwendet, welche in der Naht stumpf aneinander geschweifst und einem Probedruck von 12 Atm. unterworfen sind. Dieselben sind an beiden Enden mit Gewinden versehen und werden mit einer Muffe geliefert. Ihre Benennung erfolgt nach dem inneren Durchmesser, die Mafse der Rohre, der Gewinde u. s. w. sind zu ersehen aus den Tabellen S. 335 u. 336. Bezüglich der Gewinde ist zu bemerken, dafs sich neuerdings in Deutschland Bestrebungen geltend machen, ein allgemeines deutsches Normalgewinde einzuführen, um dadurch den auf diesem Gebiete herrschenden Mifsständen ein Ende zu bereiten.

Aufser solchen Rohren werden auch sogen. Patentrohre verwendet, die glatt oder ineinander gedreht sind, oder auch Mannesmannrohre.

Die Rohre werden in den verschiedensten Längen geliefert, die übliche Baulänge beträgt etwa 4 m, doch werden auch direkt von den Werken abweichende Gröfsen je nach Bedarf hergestellt.

Abgesehen von vielen anderen Vorteilen bieten schmiedeeiserne Rohre noch eine gröfsere Unabhängigkeit vom gelieferten Material, da sie unter Zuhilfenahme der üblichen Installationswerkzeuge an Ort und Stelle zugerichtet werden können. Auch gestatten sie die Verwendung vielartig gestalteter, nur irgendwie denkbarer Façon- und Formstücke.

Diese letzteren werden gleichfalls in allen gewünschten Dimensionen geliefert, so dafs es bei Feststellung eines Gasanstaltsprojektes möglich ist, mit einem einzigen Façonstück die mannigfaltigsten Verzweigungen und Verbindungen herzustellen. Da nun die Dichtigkeit einer Leitung um so gröfser ist, je geringer die Anzahl der Verbindungsstellen ist, so liegt die Bedeutung dieses Umstandes auf der Hand.



Fig. 354. Muffe — Fig. 355. Nippel — Fig. 356. Doppelmuffe — Fig. 357. Gegenmutter — Fig. 358. Doppelnippel
für schmiedeeiserne Leitungen.

Die Verbindung der Rohrstücke gleichen Durchmessers in einer Richtung erfolgt vornehmlich durch Muffen (Fig. 354) mit durchgehendem Innengewinde. Bei Anwendung von Façonstücken mit Innengewinde werden zur Vereinigung sogen. innere Muffen (Nippel, Fig. 355) gebraucht, welche mit Aufsengewinde versehen sind. Beide Verbindungsteile werden auch als Doppelmuffen verwendet (Fig. 356, 357, 358), zumeist an solchen Stellen, welche leicht gelöst werden sollen. Zu diesem Zwecke schneidet man am Rohrende ein Gewinde von mehr als der doppelten Länge des üblichen (Langgewinde) ein, so dafs die ganze Muffe auf das eine Ende aufgeschraubt werden kann, wodurch es möglich ist, die Rohrenden schon installierter Rohre zu trennen oder

zu vereinigen. Die Abdichtung erfolgt dann unter Zuhilfenahme einer Gegenmutter (Fig. 357).

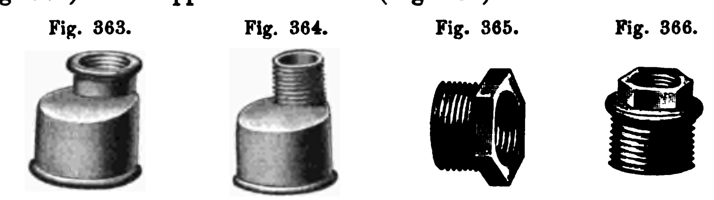
Beim Übergang von Rohren eines Durchmessers zu solchen eines anderen werden sogen. Reduktionsmuffen verwendet mit zwei Innengewinden (Fig. 359 und 360) oder mit Aufsen- und Innengewinde (Fig. 361 und 362). Dieselben werden, namentlich wenn das Rohr auf

Fig. 359. Fig. 360. Fig. 361. Fig. 362.

Reduktionsmuffen mit Innengewinde. **Reduktionsmuffen mit Innen- und Aufsengewinde.**

einer festen Unterlage aufgelegt werden soll, mit versetzten Zentren angeordnet (Fig. 363 und 364), so dafs die Unterkante des Rohres eine Linie bildet. Anstatt der Übergangs- (Reduktions-) Muffen werden auch geeigneten Falles Übergangsgewinde angewendet mit einfacher (Fig. 365) oder doppelter Reduktion (Fig. 366).

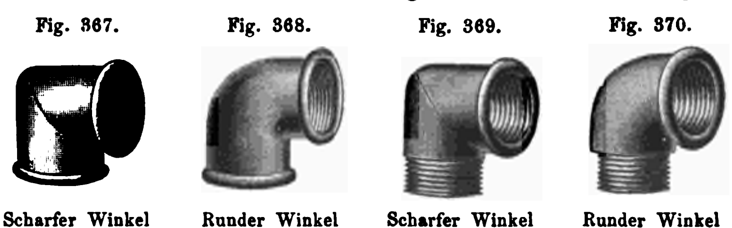
Fig. 363. Fig. 364. Fig. 365. Fig. 366.



Reduktionsmuffen mit versetzten Zentren. **Übergangsgewinde mit einfacher und doppelter Reduktion.**

Das Material dieser Façonstücke ist entweder Schmiedeeisen oder schmiedbarer Gufs. Die ersteren werden gewöhnlich glatt geliefert (Fig. 354, 355, 356, 359), die anderen mit Rand (Fig. 360 bis 366). Aus gleichem Material werden auch die übrigen Façonstücke gefertigt, so dafs auch dort, wo in der Abbildung nur die eine Sorte dargestellt

Fig. 367. Fig. 368. Fig. 369. Fig. 370.



Scharfer Winkel Runder Winkel mit zwei Innengewinden. Scharfer Winkel Runder Winkel mit Innen- und Aufsengewinde.

ist, stets, wenn nicht das Gegenteil besonders bemerkt ist, auch die andere Sorte üblich und anwendbar ist.

Die Durchmesser der für gerade Verbindungen dienenden Fittings sind sehr verschieden; auch sind die Abstufungen in allen möglichen

Dimensionen erhältlich. Wie demnach die zu verbindenden Rohre auch sind, stets erscheint es möglich, die Verbindung vermittelst eines Façonstückes zu bewerkstelligen.

Zur Herstellung von Eckverbindungen dienen entweder scharfe (Fig. 367 und 369 a. v. S.) oder runde (Fig. 368, 370, 371) Winkel mit zwei Innengewinden (Fig. 367, 368), einem Innen- und einem Aufsen-

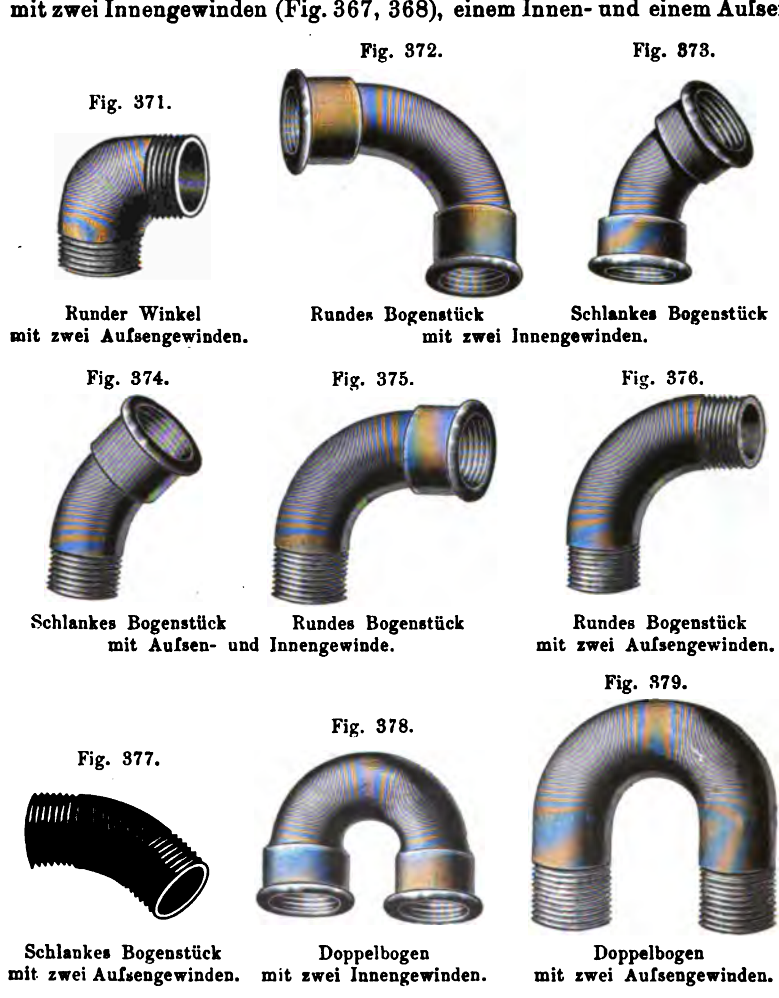


Fig. 371. Runder Winkel mit zwei Aufsengewinden.

Fig. 372. Rundes Bogenstück — Fig. 373. Schlankes Bogenstück mit zwei Innengewinden.

Fig. 374. Schlankes Bogenstück — Fig. 375. Rundes Bogenstück mit Aufsen- und Innengewinde.

Fig. 376. Rundes Bogenstück mit zwei Aufsengewinden.

Fig. 377. Schlankes Bogenstück mit zwei Aufsengewinden.

Fig. 378. Doppelbogen mit zwei Innengewinden.

Fig. 379. Doppelbogen mit zwei Aufsengewinden.

gewinde (Fig. 369, 370) oder zwei Aufsengewinden (Fig. 371). Für dieselben Zwecke werden angewendet runde oder schlanke Bogenstücke mit zwei Innengewinden (Fig. 372, 373), einem Innen- und einem Aufsengewinde (Fig. 374, 375) oder zwei Aufsengewinden (Fig. 376, 377). Zur Herstellung paralleler Leitungen dienen Doppelbogen gleichfalls mit Innen- (Fig. 378) oder Aufsengewinde (Fig. 379).

Die runden Winkel (Fig. 368, 371), die Bogenstücke (Fig. 376, 377) und der Doppelbogen (Fig. 379) werden ausschliefslich in egalen Weiten geliefert, d. h. der Durchmesser beider Rohrenden ist der gleiche, die übrigen Façonstücke sind egal oder verjüngt erhältlich, d. h. der Durchmesser des einen Rohres kann gleich oder verschieden sein von

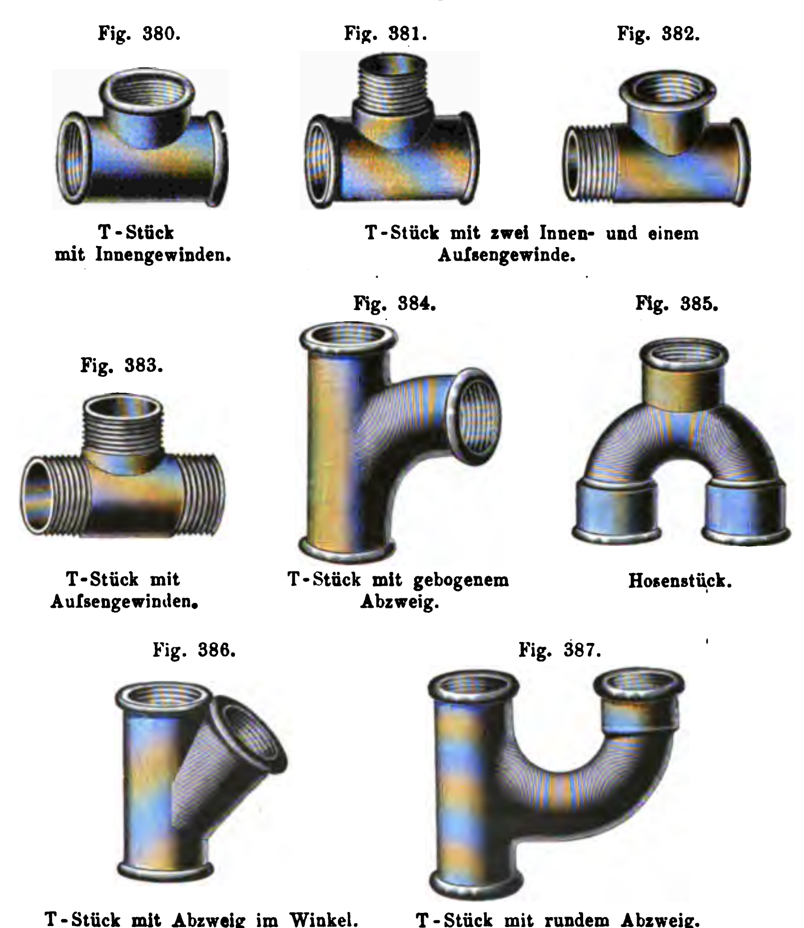


Fig. 380. T-Stück mit Innengewinden.

Fig. 381. Fig. 382. T-Stück mit zwei Innen- und einem Aufsengewinde.

Fig. 383. T-Stück mit Aufsengewinden.

Fig. 384. T-Stück mit gebogenem Abzweig.

Fig. 385. Hosenstück.

Fig. 386. T-Stück mit Abzweig im Winkel.

Fig. 387. T-Stück mit rundem Abzweig.

demjenigen des anderen; Fittings aus Schmiedeeisen werden stets egal geliefert. Zur Herstellung von Abzweigungen mit drei Gaswegen dienen vornehmlich T-Stücke (Fig. 380, 381, 382, 383), welche in der verschiedenartigsten Ausführung mit Innengewinde (Fig. 380), mit Aufsen- und Innengewinde (Fig. 381, 382) oder nur mit Aufsengewinde (Fig. 383) angewendet werden. An Stelle derselben werden auch T-Stücke mit gebogenen und geneigten Abzweigungen (Fig. 384 bis 389) der verschiedenartigsten Form und Ausführung benutzt. Dabei können die

Durchmesser der einzelnen Abzweige egal oder verschieden sein, so dafs die verschiedenartigsten Kombinationen möglich sind, wie z. B. bei Verwendung des Façonstückes Fig. 389, bei welchem direkt an das Hauptrohr ein Hausanschlufs angebracht ist.

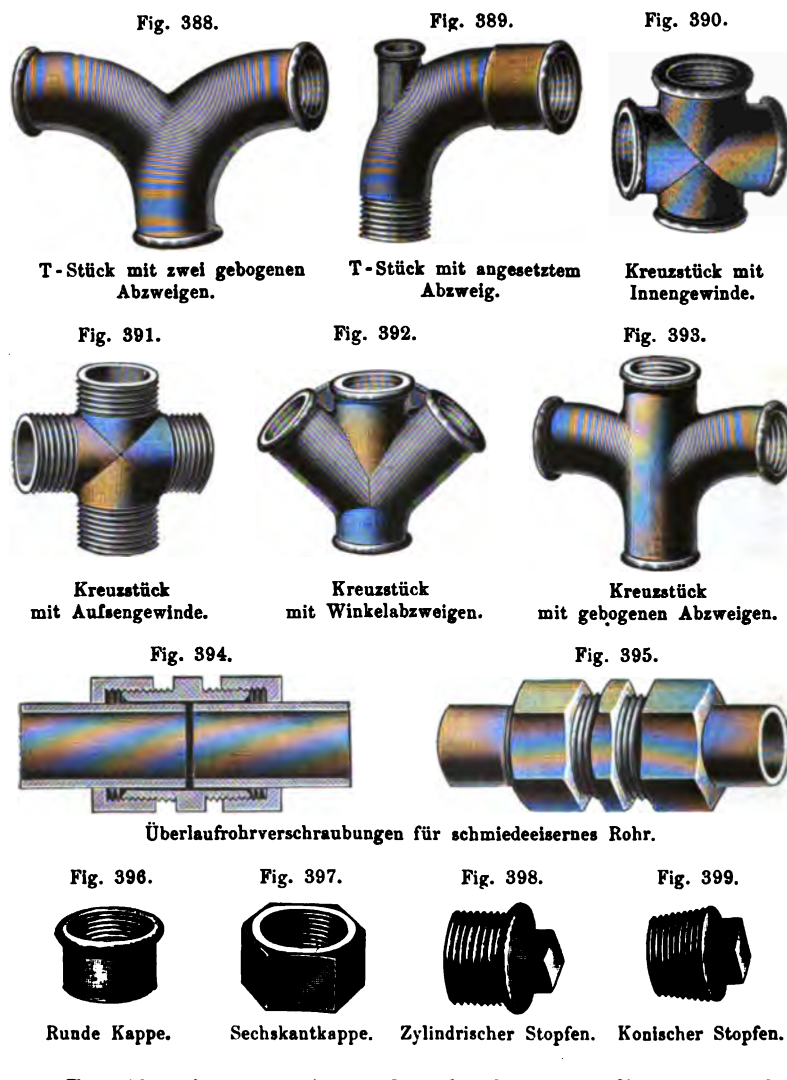


Fig. 388. T-Stück mit zwei gebogenen Abzweigen.

Fig. 389. T-Stück mit angesetztem Abzweig.

Fig. 390. Kreuzstück mit Innengewinde.

Fig. 391. Kreuzstück mit Aufsengewinde.

Fig. 392. Kreuzstück mit Winkelabzweigen.

Fig. 393. Kreuzstück mit gebogenen Abzweigen.

Fig. 394. Fig. 395. Überlaufrohrverschraubungen für schmiedeeisernes Rohr.

Fig. 396. Runde Kappe.

Fig. 397. Sechskantkappe.

Fig. 398. Zylindrischer Stopfen.

Fig. 399. Konischer Stopfen.

Für Abzweige von vier und mehr Gaswegen dienen entweder Kreuzstücke (Fig. 390, 391) oder Kreuzabzweige (Fig. 392, 393), die, wie die vorher beschriebenen Façonstücke, egal oder für die verschiedensten Abzweige verjüngt geliefert werden, und gleichfalls mit Aufsen- oder Innengewinde bezw. kombiniert Anwendung finden.

Bei Verbindung von Rohrenden, welche kein Gewinde haben, wie sie z. B. durch Verkürzung von Rohren u. s. w. entstehen, bedient man sich zweckmäſsig der Überwurfsverschraubungen (D. R. G. M. 143364), wie solche für ein gerades Rohr in Fig. 394, 395 abgebildet sind und in ähnlicher Art auch für Eck-, T- und Kreuzabzweige erhältlich sind.

Zum Verschluſs von Rohrenden dienen runde (Fig. 396) oder Sechskant-Kappen (Fig. 397), oder gewöhnliche (Fig. 398) resp. konische (Fig. 399) Stopfen.

Zubehör der Hauptrohrleitungen.

Zu den üblichen Ausrüstungsteilen einer Gasrohrleitung gehören die Wassertöpfe und Absperrschieber. Erstere haben den Zweck, das sich in den Leitungen absetzende Wasser oder etwaige sonstige flüssige Niederschläge des Gases zur Vermeidung von Verstopfungen an die tiefste Stelle der Leitung abzuführen. Mittels der letzteren ist es möglich, Teile der Leitung abzusperren (auszuschalten). Vielfach werden die Wassertöpfe für beide Zwecke benutzt. Sie dienen dann in leerem Zustande als Sammler für Kondensate und mit Wasser gefüllt zum Absperren der Leitung. Schon oben [1]) ist erwähnt, daſs es vorteilhaft erscheint, die Hauptleitungen so anzulegen, daſs man jederzeit ohne Störung des Betriebes einen Teil der Leitung ausschalten kann, indem in solchen Fällen die Zuführung des Gases durch Umleitungen u. s. w. geschieht. Der Abschluſs einer Teilleitung erfolgt dann entweder durch Wassertöpfe oder durch Absperrschieber.

Die Wassertöpfe werden stets dort hingestellt, wo sich der tiefste Punkt einer Leitung befindet, d. h. an jeder Stelle eines Leitungsabschnittes, von der die Leitung nach beiden Seiten aufsteigt. Es genügt nicht, lediglich die tiefsten Stellen als solche mit Wassertöpfen zu versehen, vielmehr müssen auch alle etwaigen Senkungen der Leitung solche erhalten, weil letztere sonst stets als Sammler dienen und zu Verstopfungen Anlaſs geben können. Ehe man deshalb das Rohrnetz legt, muſs eine Nivellierung der Straſsen erfolgen und der Aufstellungsort der Wassertöpfe bestimmt werden [2]). Alsdann wird die Leitung derart durch Vorsehung von Absperrschiebern an den erforderlichen Stellen oder unter Benutzung der notwendigen Wassertöpfe in mehrere Zentren eingeteilt, daſs jede Abteilung für sich abgeschlossen werden kann. Bei Zirkulationsanlagen ist diese Anordnung so zu treffen, daſs auch beim Absperren des einen Rohrnetzteiles den anderen Rohrnetzteilen Gas zugeführt werden kann, so daſs in solchen Fällen eine Unterbrechung des Betriebes vermieden wird.

In Fig. 331 (Zentrale Helgoland) ist eine solche Einteilung durchgeführt. Die Wassertöpfe I bis IV sind an den tiefsten Stellen der

---

[1]) Vergl. S. 602 bis 606. — [2]) Vergl. S. 475.

Leitung eingesetzt, und zwar dient Topf IV, welcher am unteren Ende des das Oberland mit dem Unterlande verbindenden Leitungsrohres steht, zur Entwässerung der gesamten Rohrleitung des Oberlandes, die, wie aus den eingezeichneten Niveauzahlen zu entnehmen ist, in allen ihren Teilen gleichmäſsigen Fall zu diesem Punkte hat, so z. B. die Leitung *edcba* einen solchen von 42,2 zu 33,5 m, die Leitung *kia* von 43,4 zu 33,5 m, Leitung *gd* von 51 zu 39 m, Leitung *onmla* von 39 zu 33,5 m u. s. w. Wassertopf III dient zur Entwässerung der Leitung *UTSRQK* und ist hier aufgestellt, da Leitung *RJE* an dieser Stelle eine Steigung nach beiden Seiten zeigt. Der übrige Teil der Leitung auf dem Unterlande wird entwässert zum Teil zum Wassertopf II, zum Teil zu dem an tiefster Stelle befindlichen Wassertopf I der Gasanstalt.

Durch den Einbau der Absperrschieber 1 bis 17 ist eine Reihe von Zentren geschaffen worden, von denen jedes für sich abgesperrt werden kann, ohne daſs eine Unterbrechung der Gasführung zu den Hauptkonsumstellen, insbesondere zu dem Konversationshause, der Hauptstraſsenleitung *EJKQR* und dem nach dem Oberlande führenden Verteilungspunkte IV stattfindet.

Erfolgt z. B. eine Störung auf der Strecke *BC*, *CD*, *DE*, so kann dieselbe mittels Schieber 17, 2, 4, 10 und 6 abgesperrt werden. Die erwähnten Konsumstellen erhalten dann das Gas durch die auch für diese Bestimmung entsprechend weit dimensionierte Leitung *BONML*, dann *MPQRST* resp. *LKJE* und *LKJHS* resp. *HGF*.

Der Leitungskreis *BO*, *ON*, *NM*, *NC* kann bei eintretender Störung durch Schieber 1, 3, 2 abgesperrt werden und erfolgt dann die Gasversorgung durch die Hauptleitung *ABCDE*. Ebenso können abgesperrt werden die Leitungen *MLK*, *LP*, *PQ*, *MD* durch die Schieber 4, 3, 7, 5 und erfolgt sodann die Hauptzuleitung durch *ABCDE*. Die Hauptkonsumleitung *EJR* kann durch Schieber 10, 5, 8, 7, 12 resp. der Teil *EJ* durch Schieber 10 und Wassertopf III ausgeschaltet werden, wobei im ersteren Falle die übrigen Hauptkonsumstellen das Gas zum Teil durch *ABCDEFG* und zum Teil durch *ABONMP*, im zweiten Falle durch beide Leitungen gleichzeitig erhalten. Leitungsrohr *RS* kann ausgeschaltet werden durch Schieber 12 und 13, der Abschnitt *SH*, *HJ*, *HG*, *GF*, *FE* durch Schieber 6, 8, 9, ohne daſs hierbei eine Unterbrechung der Gaszuleitung zu den Hauptkonsumstellen stattfindet.

Das ganze Oberland kann ausgeschaltet werden durch Wassertopf IV. Teile des Oberlandes, und zwar rechts der Leitung *hc*, sind durch Schieber 14 und 16, links davon durch Schieber 15 und 16 absperrbar.

Auf diese Weise sind im Unterlande sieben, im Oberlande zwei Abschnitte geschaffen, von denen jeder einzelne oder auch mehrere zusammen ausgeschaltet werden können, ohne daſs eine Störung in den übrigen stattfindet. Auſserdem können das Oberland für sich durch

Wassertopf IV und endlich das ganze Rohrnetz durch Wassertopf I oder auch durch Schieber 1 und 17 von der ganzen Gasanstalt getrennt werden.

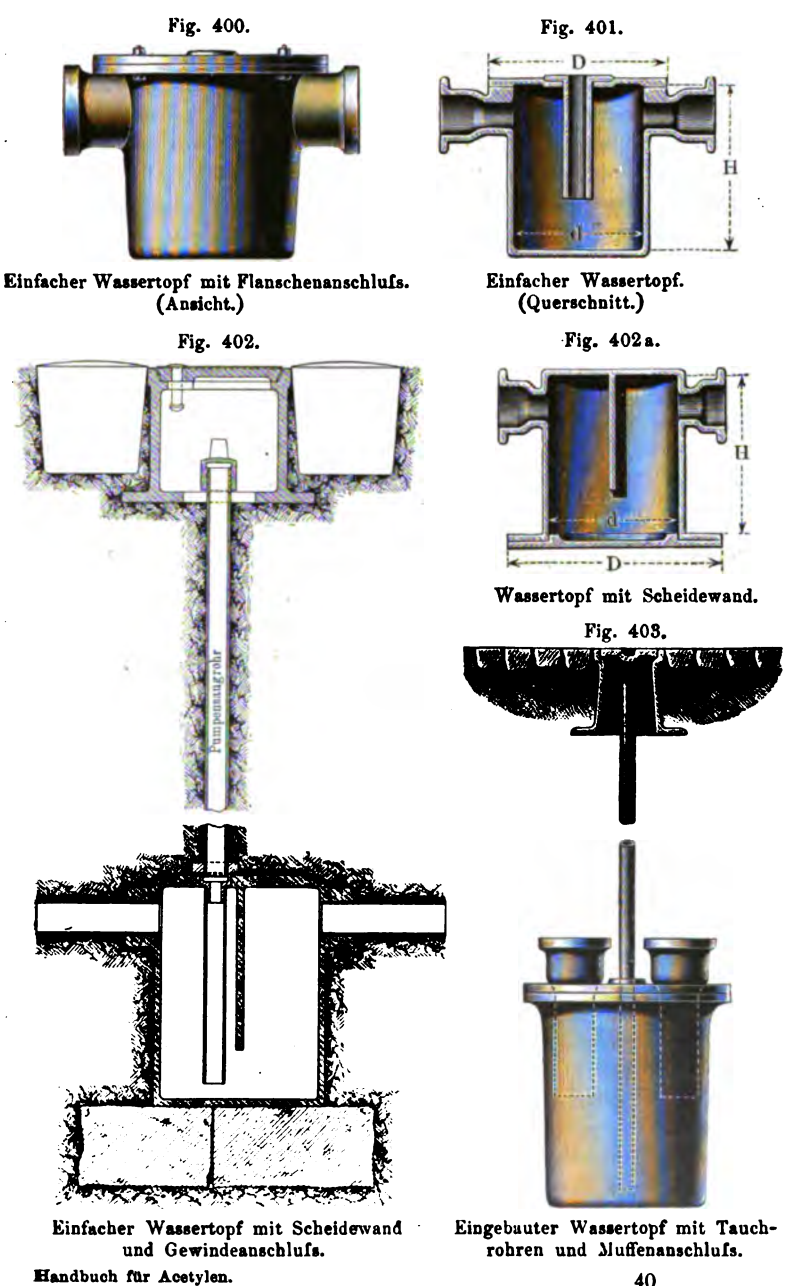


Fig. 400. Einfacher Wassertopf mit Flanschenanschlufs. (Ansicht.)

Fig. 401. Einfacher Wassertopf. (Querschnitt.)

Fig. 402. Einfacher Wassertopf mit Scheidewand und Gewindeanschlufs.

Fig. 402a. Wassertopf mit Scheidewand.

Fig. 403. Eingebauter Wassertopf mit Tauchrohren und Muffenanschlufs.

Wie schon oben erwähnt, sind die Leitungen so dimensioniert, dafs stets, auch nach Ausschaltung einzelner Teile des Rohrnetzes, eine genügende Versorgung des übrig bleibenden Teiles stattfinden kann.

Die Wassertöpfe (Syphons) sind in ihrer einfachsten Form gufseiserne, mit einem Deckel und zwei Ansatzrohren versehene Gefäfse (Fig. 400 a. v. S.). Durch den Deckel führt ein bis auf den Boden des Gefäfses reichendes Tauchrohr, durch welches das im Topfe angesammelte Wasser ausgepumpt werden kann. In dieser Ausführung kann der Syphon lediglich als Sammler und nicht auch gleichzeitig zum Absperren der Leitung benutzt werden. Die üblichen Ausmessungen solcher Syphons entsprechend Fig. 401 sind folgende:

Für Röhren von mm	Abmessungen			Gewichte das Stück etwa kg
	d mm	*H* mm	*D* mm	
25— 45	200	300	325	38
50— 70	250	300	370	50
75— 90	260	390	370	62
100—120	300	350	430	66

Gleichzeitig als Sammler und Absperrorgan dient derselbe Syphon, sobald er mit einer die ganze Breite des Topfes einnehmenden Zwischenwand versehen ist (Fig. 402). Wird er dann so weit mit Wasser gefüllt, dafs die Scheidewand eintaucht, so kann das Gas nicht mehr durchströmen und der Topf dient als Absperrorgan.

Die üblichen Mafse solcher Syphons nach Schema Fig. 402 a sind in folgender Tabelle enthalten:

Für Röhren von mm	Abmessungen			Gewichte das Stück etwa kg
	d mm	*H* mm	*D* mm	
25— 45	200	300	325	39
50— 70	250	300	370	51
75— 90	260	390	370	64
100—120	300	350	430	68

Denselben Zweck erfüllen auch Wassertöpfe ohne Scheidewand, bei denen die Gaszuleitungsrohre im Innern verlängert sind, so dafs sie, falls der Topf mit Wasser gefüllt wird, eintauchen und den Gasdurchgang versperren (Fig. 403).

Die für Hauptleitungen gebräuchlichen Absperrschieber sind ähnlich den im Anstaltsgebäude benutzten. Am üblichsten sind solche mit kurzen Baulängen (Fig. 404), deren Ausmessungen, entsprechend der schematischen Zeichnung Fig. 405, nach den Listen der gröfseren deutschen Firmen folgende sind:

Lichter Durchmesser	Schirmer u. Richter in Leipzig	Bopp u. Reuther in Mannheim				S. Elster in Berlin	Berlin-Anhalter Maschinen-Fabrik		J. Pintsch in Berlin	Schumann u. Küchler in Erfurt		
a	*b*	*b*	*c*	*d*	*e*	*b*	*b*	Hdrad. Dtr.	*b*	*b*	Hdrad. Dtr.	Gew. kg
40	180	240	105		124	150	—	—	—	240	140	14
50	186	250	128		134	170	—	—	—	250	150	18
60	195	260	90	120	128	190	—	—	—	260	160	22
65	—	265	90	130	136	—	—	—	—	265	165	25
70	—	270	96	135	142	220	—	—	—	270	170	30
80	210	280	105	142	148	244	244	210	233	280	180	36
90	—	290	115	150	153	—	250	210	233	290	190	45
100	235	300	126	160	155	260	260	210	245	300	200	50
125	255	325	150	172	162	264	264	240	260	325	225	65
150	280	350	180	192	168	290	290	285	270	350	250	85

Der Einbau der Wassertöpfe und Absperrschieber erfolgt derart, dafs das Steigrohr des Syphons oder die Spindel des Schiebers von der Strafse aus bedient werden können. Zu diesem Zwecke werden die-

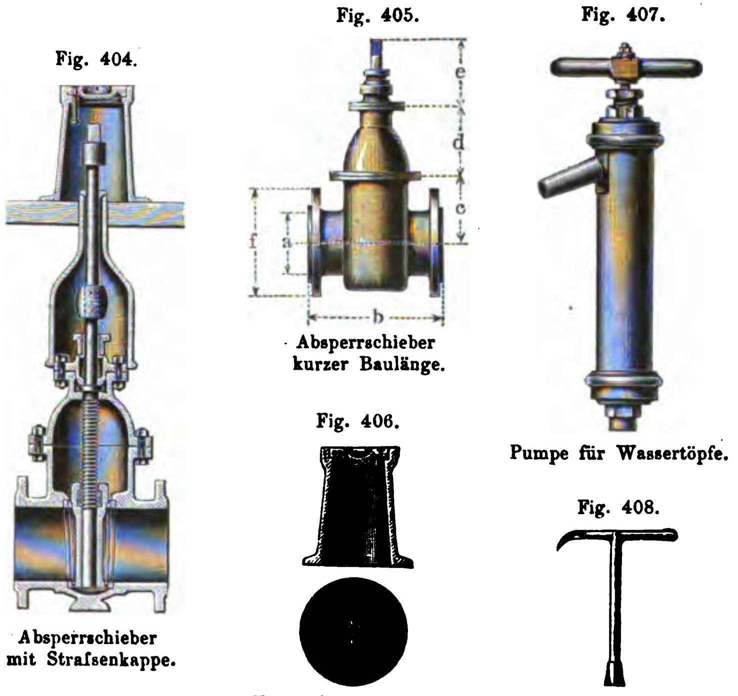


Fig. 404. Absperrschieber mit Strafsenkappe.

Fig. 405. Absperrschieber kurzer Baulänge.

Fig. 406. Kappe für Wassertopf.

Fig. 407. Pumpe für Wassertöpfe.

Fig. 408. Schlüssel für Strafsenkappen.

selben bis an das Strafsenniveau geführt und von oben mit einer Kappe (Fig. 406 a. v. S.) bedeckt (vergl. Fig. 402, 403 und 404), deren Deckel um einen Stift drehbar eingerichtet sind. Zur Entleerung oder Füllung der Töpfe werden Pumpen verwendet (Fig. 407), welche auf ein sonst durch einen Stopfen verschlossenes Saugrohr direkt aufgeschraubt werden können; zur Bedienung der Schieber dienen Schlüssel (Fig. 408) mit einem Haken zum Hochheben des Deckels der Schutzklappe.

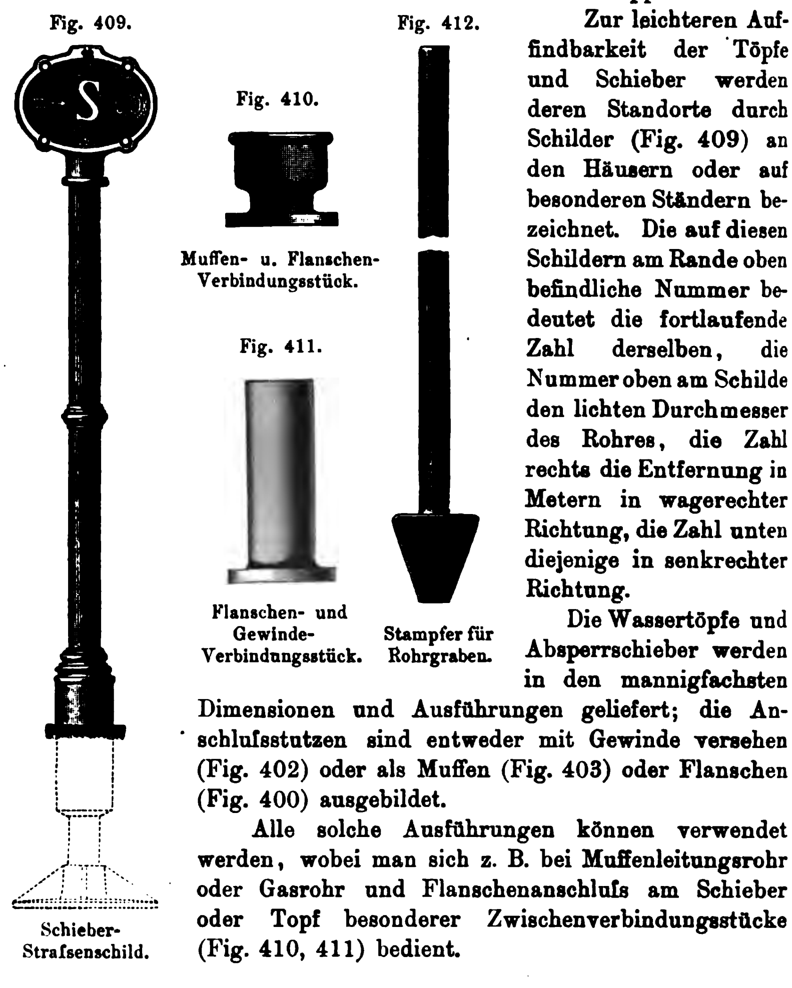


Fig. 409. Schieber-Strafsenschild.

Fig. 410. Muffen- u. Flanschen-Verbindungsstück.

Fig. 411. Flanschen- und Gewinde-Verbindungsstück.

Fig. 412. Stampfer für Rohrgraben.

Zur leichteren Auffindbarkeit der Töpfe und Schieber werden deren Standorte durch Schilder (Fig. 409) an den Häusern oder auf besonderen Ständern bezeichnet. Die auf diesen Schildern am Rande oben befindliche Nummer bedeutet die fortlaufende Zahl derselben, die Nummer oben am Schilde den lichten Durchmesser des Rohres, die Zahl rechts die Entfernung in Metern in wagerechter Richtung, die Zahl unten diejenige in senkrechter Richtung.

Die Wassertöpfe und Absperrschieber werden in den mannigfachsten Dimensionen und Ausführungen geliefert; die Anschlufsstutzen sind entweder mit Gewinde versehen (Fig. 402) oder als Muffen (Fig. 403) oder Flanschen (Fig. 400) ausgebildet.

Alle solche Ausführungen können verwendet werden, wobei man sich z. B. bei Muffenleitungsrohr oder Gasrohr und Flanschenanschlufs am Schieber oder Topf besonderer Zwischenverbindungsstücke (Fig. 410, 411) bedient.

Haus- und Laternenanschlüsse.

Die zur Versorgung der Häuser und Laternen dienenden Anschlüsse werden nach den allgemeinen für Rohrleitungen dienenden Regeln und mit dem üblichen Material ausgeführt. Bei Anordnung der Haus-

anschlüsse ist darauf Rücksicht zu nehmen, dafs auch solche Grundstücke später einmal leicht Anschlufs erlangen können, für welche ein solcher bei der Legung des Rohrnetzes noch nicht gewünscht wird. Deshalb ist es ratsam, von vornherein Anschlüsse an jedes einzelne bewohnte oder bewohnbare Grundstück zu leiten und dieselben sodann nötigenfalls zu verschliefsen.

Für Haus- und Laternenanschlüsse sollen niemals zu dünne Rohre gewählt werden, denn abgesehen davon, dafs solche Rohre leicht dem Verderben ausgesetzt sind, verbiegen sie unter dem Einflufs der lastenden Erdschicht, wodurch Ansammlungen von Kondensaten u. s. w. stattfinden können.

Anschlufsleitungen für Häuser sollen nicht unter 1 Zoll, für Laternen nicht unter $^1/_2$ Zoll stark sein und so tief verlegt werden, dafs eine Beeinflussung durch vorüberfahrende Wagen und dergl. nicht erfolgt.

Die Weiten der Zuleitungen für Hausanschlüsse sind:

für 1	bis 30	Flammen	à 25 HK	. . .	18 mm	= $^1/_2$	Zoll
„ 30	„ 50	„	„ 25 „	. . .	20 „	= $^3/_4$	„
„ 50	„ 100	„	„ 25 „	. . .	25 „	= 1	„
„ 100	„ 150	„	„ 25 „	. . .	32 „	= $1^1/_4$	„
„ 150	„ 200	„	„ 25 „	. . .	40 „	= $1^1/_2$	„
„ 200	„ 250	„	„ 25 „	. . .	50 „	= 2	„

Die Verbindung der Anschlufsleitungen erfolgt vermittelst der üblichen Façonstücke und ist auch hier darauf zu achten, dafs solche möglichst in den erforderlichen Dimensionen in einem Stück ausgeführt werden, so dafs an Verbindungsstellen gespart wird.

Das Hochführen der Anschlufsleitungen soll so erfolgen, dafs etwa verwendete Kniestücke u. s. w. stets einen guten und freien Abflufs nach dem Hauptrohre zu gestatten.

Der Abschlufs unbenutzter Zweigleitungen erfolgt zumeist durch Kappen oder Stopfen. Es ist aber ratsam, am Ende derselben statt dessen einen Haupthahn anzubringen, welcher geschlossen und mit eingegraben wird. Diese Einrichtung hat den Vorzug, dafs man bei nachträglicher Errichtung des Hausanschlusses die ganze Installation bis zum bereits vorhandenen Anschlufsrohr fertigstellen kann. Man hat dann nur nötig, den Haupthahn zu öffnen und die in der Hausleitung befindliche Luft hinauszulassen, um eine betriebsfertige Installation zu erlangen. Auf diese Weise wird es vermieden, die Hauptleitung, wenn auch nur auf kurze Zeit, offen zu halten, wobei ein Eindringen von Luft unvermeidlich ist.

Durch nachträglichen Einbau einer Strafsenkappe (ähnlich wie bei den Absperrschiebern, Fig. 404) kann man den so angeordneten Hahn als Gebäudehaupthahn verwenden, durch welchen die ganze Hausleitung abgesperrt werden kann.

Auch bei den Anschlüssen der Strafsenlaternen, für deren Installation auch sonst die gleichen Regeln gelten, wird häufig am Ende der Erdleitung ein Haupthahn angeordnet, welcher gleichfalls mit einer Kappe bedeckt und vom Strafsenniveau aus bedient werden kann [1]).

Ausführung der Rohrnetzanlage.

Die Ausführung des Rohrnetzes für Acetylen verlangt eine grofse Sorgfalt und Befolgung von Vorschriften, welche einige Verschiedenheiten gegenüber ähnlichen Arbeiten für Steinkohlengas u. s. w. aufweisen.

Eine Anlage kann desto besser und dauerhafter errichtet werden, je gründlicher und sorgfältiger die oben [2]) erwähnten Vorarbeiten, wie Untersuchung des Bodens, Nivellierung der Strafsen, Berechnung des Konsums, der Rohrdurchmesser, Feststellung der Dimensionen der Façonstücke u. s. w., ausgeführt sind. Ehe man mit den Arbeiten beginnt, mufs ein genauer Plan derselben feststehen. Dies gilt ganz besonders für die Art der Verlegung, die Aufstellungsorte der Wassertöpfe und dergleichen mehr.

Eine Rohrnetzanlage soll so fest und unverrückbar ausgeführt werden, dafs durch Senkungen u. s. w. Spannungen vermieden werden, andererseits soll aber auch genügend Spielraum zum Ausgleich der durch Temperaturschwankungen unvermeidlichen Änderungen gelassen werden. Sie soll ferner so eingerichtet sein, dafs man Teile derselben ohne grofse Betriebsstörung ausschalten und auswechseln kann, und äufsere Einflüsse ihre Festigkeit, Lage u. s. w. nicht beeinträchtigen.

Der Rohrgraben wird meist an einer Seite des Strafsendammes am Fufssteig angelegt, jedoch so, dafs die Böschungen der Strafsenablaufrinnen oder dergl. seitlich vom Rohre zu liegen kommen.

Da Acetylen bei Kälte keinerlei flüssige Stoffe abscheidet und auch sonst nicht verändert wird, ist eine frostfreie Anordnung der Leitung nicht erforderlich. Es genügt zumeist eine Tiefe von 0,60 m, welche bei besonders festem (felsigem) Boden bis auf 0,45 m verringert werden kann, bei weichem Boden dagegen bis 1 m gehen mufs.

Rohre von $^1/_2$ bis 1 Zoll sollen mindestens 0,50 m tief verlegt werden, weil sonst leicht Durchbiegungen derselben durch vorüberfahrende Wagen u. s. w. stattfinden können.

Die Breite des Rohrgrabens wird für Rohre bis 100 mm Durchmesser 0.60 m an der Sohle genommen, für Rohre gröfseren Durchmessers bis 1,0 m.

Die Auflage des Rohres soll fest und unverrückbar sein; bei gewachsenem Boden werden die Rohre auf kleine Holzpfosten gelagert,

---

[1]) Über die bei Acetylenzentralen zur Verwendung gelangenden Strafsenlaternen siehe S. 650. — [2]) Vergl. S. 469 bis 475.

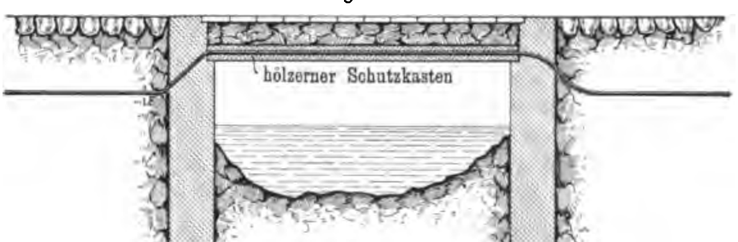
welche jedoch niemals unter einer Muffe, einer Flansche oder dergl. liegen dürfen. Sodann wird der Raum zwischen Rohr und Graben vermittelst eines Schmalstampfers (Fig. 412) mit Erde ausgefüllt. Bei weichem morastigen Boden wird zunächst die Grabensohle mit Sand gefüllt und sodann erst das Rohr verlegt.

Schwerere Kreuzstücke, T-Stücke u. s. w. müssen stets eine besondere, feste, möglichst gemauerte Unterlage erhalten, ebenso Wassertöpfe (Fig. 402), Schieber u. s. w.

Die Rohre müssen so gelegt werden, dafs stets ein geringer Fall zum Wassertopfe vorhanden ist, der auf je 10 m bei Hauptleitungen mindestens 25 mm, bei Röhren unter 1 Zoll mindestens 50 mm betragen soll.

Bei Brückenübergängen wird das Rohr in hölzernen Schutzkästen verlegt (Fig. 413), welche mit Sägespänen, Sand u. s. w. ausgefüllt werden, bei Durchkreuzungen von Wasserläufen, Kanälen oder dergl. verwendet man Dückerrohre oder Schutzrohre gröfseren Durchmessers, als das zu verlegende Rohr; hierbei vermeidet man zweckmäfsig, dafs ein Verbindungsteil in den Schutzkasten oder das Schutzrohr fällt.

Fig. 413.



Rohrführung bei Brückenübergang.

Von gröfster Wichtigkeit ist der Schutzanstrich, mit dem die Rohre versehen sein müssen. Hierfür sind in den bestehenden Zentralen schon die mannigfaltigsten Mittel angewendet worden, ohne dafs ein endgültiges Urteil heute gefällt werden kann. Schmiedeeiserne Rohre bedürfen naturgemäfs eines wirksameren Schutzes als gufseiserne. Die äufseren Einflüsse des Bodens, seine Beschaffenheit, der gröfsere oder geringere Feuchtigkeitsgrad, der Gehalt an Salzen, Ammoniak u. s. w. spielen bei der Auswahl des Schutzmittels eine hervorragende Rolle.

Während z. B. Cement einen guten Schutz in steinigem, sandigem oder nassem, aber reinem Erdboden abgiebt, versagt er vollständig in einem Erdreich, das, wie zumeist in kleinen, nicht kanalisierten Städten mit den Zersetzungsprodukten der mannigfaltigsten Abfallstoffe, wie Fäkalien, Hausabwasser u. s. w., durchsetzt ist.

Verbleiung und Verzinnung der Rohre bewähren sich nur in ganz trockenem Erdreich, im feuchten Erdboden dagegen unterliegen eiserne verbleite oder verzinnte Rohre einer schnellen Abnutzung. Es scheint,

als ob hierbei, vielleicht mit unter dem Einfluſs des chemisch als äuſserst schwache Säure anzusehenden Acetylens, elektrische Ströme entstehen, welche zu einer vorzeitigen Zerstörung der Leitungen Anlaſs geben.

Auch trockenes Erdreich zerstört verbleite oder reine Bleirohre, wenn dasselbe viel kohlensauren Kalk enthält. Es entstehen dann sogen. Zerfressungen, welche sich in Form von Löchern und dergl. äuſsern.

Als zweckmäſsiger Schutz hat sich für Acetylenleitungen Teer in allen seinen Abarten als Pech, Asphalt u. s. w. erwiesen. Die Umhüllung erfolgt in der Weise, daſs man die Rohre in das zu verwendende heiſse Teergemisch taucht und sodann so oft mit einem Anstrich versieht, bis die äuſsere Schicht 4 bis 5 mm beträgt. Einen intensiveren Schutz erlangt man, wenn man die Rohre zwischendurch mit einer Lage Hanfgewebe oder dergl. umwickelt.

In manchen Fällen verfährt man in der Weise, daſs man die Rohre in Holzkästchen verlegt, welche aus drei rechtwinklig zu einander gelegten Brettern gebildet werden; sodann werden die Rohre auf Drahtschlingen in dieses Kästchen eingehängt oder auf Holzklötzchen gelegt und dasselbe mit Teer oder dergl. ausgegossen. Auch kann man das Rohr in ein Bett von Lehm legen und dasselbe dann mit Teer ausfüllen.

Einige Eisenwerke liefern Rohre mit eingebranntem Teeranstrich. Derselbe hat das Aussehen einer Emaille und widersteht den meisten Angriffen im Erdboden recht gut.

In ähnlicher Weise wie die Umhüllung mit Pech im Holzkasten erfolgt auch eine solche mit Cement. Innen sollen die Rohre stets einen Teeranstrich besitzen.

Als gutes Material für Schutzanstriche hat sich bewährt eine Mischung, bestehend aus 200 Tln. gewöhnlichem Brotasphalt, 15 Tln. fein gesiebtem Sand und 15 Tln. flüssigem Teer (Goudron), welche etwa drei Stunden gekocht wird. Ebenso vorteilhaft ist eine Mischung aus 50 Tln. Asphalt, 50 Tln. Pech und 15 Tln. flüssigem Teer dick eingekocht.

Der Schutzanstrich u. s. w. soll sich nicht nur auf die Rohre (Hauptrohre, Zweigleitungen, Haus- und Laternenanschlüsse u. s. w.) erstrecken, sondern auch auf sämtliche Façonstücke, Verbindungsteile und dergl. mehr. Derselbe wird erst bei verbundenem und auf Dichtigkeit geprüftem Rohr angebracht.

Die Prüfung auf Dichtigkeit erfolgt bei jeder fertiggestellten Rohrstrecke, mindestens aber alle 25 m, und zwar vermittelst einer Luftpumpe unter einem Druck von mindestens 500 mm Wassersäule. Ist ein Rohrstück undicht, so wird es ausgewechselt, bei Fittings das betreffende Verbindungsstück.

Die Dichtung der Rohre erfolgt bei Bleirohren durch Verschmelzen. Guſseiserne Rohre werden mit Weiſsstrick abgedichtet und mit Blei

verstemmt. Den Weifsstrick pflegt man mit Ricinusöl zu tränken, um dem Austrocknen vorzubeugen. Die Bleiringe werden 40 bis 80 mm tief in die Muffe eingesetzt und die Rohre werden vergossen, nachdem die Enden gut ausgetrocknet sind. Um ein Verspritzen des Metalls zu verhüten, legt man etwas Talg in die Eingufsöffnung.

Anstatt Weifsstrick mit Ricinusöl verwendet man auch Teerstricke. Der Bedarf an Dichtungsmaterial beträgt:

Muffen mm	Bleiring-höhe mm	Blei kg	Teerstrick-ringhöhe mm	Teerstrick kg	Weifsstrick-ringhöhe mm	Weifs-strick kg
40	35	0,511	39	0,050	40	0,060
50	35	0,690	42	0,073	44	0,075
70	40	0,944	42	0,087	45	0,100
100	40	1,345	48	0,142	47	0,154
120	40	1,414	51	0,158	50	0,166
150	45	2,144	49	0,205	58	0.210

Die Dichtung der schmiedeeisernen Gasrohre wird auf die mannigfaltigste Art ausgeführt. Allgemein werden Hanf und Zinkweifs, mit Öl angerührt, benutzt. Die sonst übliche Verwendung von Mennige hat sich für Acetyleninstallationen als nicht vorteilhaft erwiesen, weil ein solcher Kitt leicht austrocknet; als Öl sollen lediglich nicht trocknende Öle (Ricinusöl, Rüböl) verwendet werden, während leicht trocknende Öle (Leinöl, Holzöl u. s. w.) auszuschliefsen sind.

Diese allgemein üblichen Dichtungsmittel haben sich bei Acetylenzentralen insofern bewährt, als die auf diese Weise hergestellten Rohrleitungen auch beim längeren Liegen keinen gröfseren Verlust als 20 bis 30 Liter auf 1 km Leitung in der Stunde zeigen. Da aber diese für andere Gasarten als gering angesehene Menge bei dem hohen Preise des Acetylens einen grofsen Geldverlust bedeutet, so wurden andere Mittel angewendet, um eine noch gröfsere, für die Dauer haltbare Dichtheit der Leitung zu erlangen.

Als vorzügliches Dichtungsmittel haben sich Lacke, alkoholische Auflösungen verschiedener Harze, mit Hanf bewährt. Der Lack mufs ziemlich dick sein, nach dem Austrocknen nicht springen, keine Risse und, mit Wasser übergossen, keine Emulsion zeigen, sondern eine zusammenhängende dichte Schicht bilden. Diesen Erfordernissen entspricht in erster Linie guter Bernsteinlack, der sich aber etwas teuer stellt. Durchaus brauchbar ist auch der an sich billigere Linoleumlack, wie er zum Befestigen von Linoleum auf den Fufsböden verwendet wird. Mit Lack und Hanf gedichtete Rohre zeigen auch nach jahrelangem Liegen eine tadellose Dichtheit.

In ausgezeichneter Weise wird auch eine Abdichtung schmiede-

eiserner Rohre durch Verlöten der Rohrenden erzielt. Zu diesem Zwecke werden die Gewinde erst abgebeizt, erwärmt, mit einem Überzug von Lotmetall versehen, dann abgewischt und unter fortdauerndem Auftröpfeln flüssigen Lotes ineinander verschraubt. So gedichtete Leitungen (Gumpoldskirchen, Spitz a. d. Donau) zeigen nur ganz geringe Gasverluste.

Die Dichtungsarbeit des Rohrlegers ist von gröfster Wichtigkeit für die Errichtung einer Zentrale. Zumeist ist die Rentabilität der Anstalt von einer guten Ausführung dieser Arbeiten direkt abhängig. weil Verluste in der Rohrleitung zu den gröfsten wirtschaftlichen Mifsständen Anlafs geben können. Es ist deshalb wichtig, schon beim Legen des Rohrnetzes Vorrichtungen zu treffen, die ein leichtes Erkennen der Undichtigkeiten und leichte Auswechselbarkeit der schadhaften Teile ermöglichen.

Zur Kontrolle der etwaigen Undichtigkeiten dienen sogen. Riechrohre, das sind Schlitzrohre von 30 bis 40 mm Durchmesser, welche in Entfernungen von 20 bis 40 m über die Leitung hinweg nach allen Seiten nach dem Fufssteig zu gelegt werden, hier vertikal aufsteigend unter einem Strafsenkasten münden und mittels einer Kappe verschlossen werden. Auch die Kappen der Wassertöpfe, Schieber u. s. w. ersetzen diese Rohre, weil sich das entweichende Gas unter der Kappe leicht ansammelt und beim Abnehmen derselben wahrnehmbar wird.

Zum Zwecke der leichten Auswechselbarkeit etwaiger schadhafter Stücke ist es erforderlich, dafs die Leitung an einer genügend grofsen Anzahl Stellen leicht auseinander genommen werden kann. Bei gufseisernen Leitungen kann eine solche Trennung nur durch Rohrschneidemaschinen oder dergl. erfolgen, wobei die Enden der Leitung dann zweckmäfsig durch eine zweiteilige Muffe verbunden werden.

In schmiedeeiserne Leitungen wird zweckmäfsig eine genügende Anzahl von Langgewinden eingelegt. Dadurch wird es ermöglicht, die Verbindungsmuffe über das eine Ende vollständig aufzuschrauben, so dafs Trennung und Wiedervereinigung der Rohrenden erfolgen können, ohne die Leitung zu beschädigen. Es ist empfehlenswert, bei gewöhnlichen Leitungen alle 20 bis 30 m ein Langgewinde anzulegen; ebenso müssen solche angeordnet sein bei jedem Abzweige nach einem Hause oder einer Laterne und zwar zweckmäfsig an der Stelle der Abzweigung vom Hauptrohr.

Die sonstige Ausführung der Acetylenrohrleitung erfolgt im grofsen und ganzen nach den für Steinkohlengas üblichen Regeln. Im nachfolgenden sollen nur noch einige wichtige Punkte erwähnt werden.

Wassertöpfe, Schieber u. s. w. werden zweckmäfsig nicht direkt in den Erdboden eingegraben, sondern erhalten eine Untermauerung aus Ziegelsteinen, oder werden vorteilhaft mit einem Stück Portlandcementrohr, wie solches für Drainagezwecke Verwendung findet, umgeben.

Die Rohre der Syphons und Spindeln der Schieber dürfen höchstens

bis zu 10 cm an das Strafsenniveau reichen, damit nicht ein Eindrücken derselben erfolgt. Die Strafsenkappen müssen fest und unverrückbar aufgesetzt sein; zweckmäfsig werden dieselben im Umkreise eines halben Quadratmeters umpflastert oder mit Cement oder Asphalt vergossen.

Nach erfolgter Installation werden die Rohre mit Erde zugeschüttet, diese wird festgestampft und sodann die Strafsendecke (Pflaster, Chaussee u. s. w.) zugerichtet.

Bezüglich der Erdarbeiten bei Installationen sind noch folgende Angaben zu machen. Für Grabarbeiten kann man für je 1 cbm durchschnittlich rechnen: bei Stechboden 0,3 bis 0,4, bei Hackboden 0,6 bis 0,7, bei aufgefülltem Boden 0,8 bis 0,9, bei Fahrboden 0,9 bis 1,5 Tagesschichten. Für Einfüllen, Stampfen und Planieren des Rohrgrabens ist ungefähr die Hälfte dieser Sätze anzunehmen.

Ein Arbeiter kann bei einer auszugrabenden Tiefe von 1 m auf eine Entfernung von 15 bis 30 m in einer Stunde

in leichtem Boden	16 Karren,
„ festem „	14 „
„ kiesigem „	12 „
„ thonigem und lehmigem Boden	10 „
„ sumpfigem Boden	6 „

machen, d. h. die Erde ausgraben, sie verkarren, in Haufen aufstellen und zurückkarren. Eine Karre enthält 0,12 cbm lockerer, d. i. 0,06 cbm fester Erde.

Das Installationsmaterial mufs an Ort und Stelle vollständig vorhanden sein. Gufsrohre werden im Rohrgraben abgehauen, indem man mit einem Kreuzmeifsel das Rohr ringsumher soweit einhaut, dafs nur eine geringe Wandstärke übrig bleibt und, nachdem das liegenbleibende Rohrstück mit Holz fest unterkeilt ist, das zu entfernende Stück mit einem Vorschlaghammer zerschlägt. Es ist aber zweckmäfsig, transportable Rohrabschneideapparate anzuwenden, wodurch ein Reifsen des liegenbleibenden Stückes vermieden wird.

Die schmiedeeisernen Rohre werden für gewöhnlich in abgepafsten Längen bis zu Stärken von $2^1/_2$ Zoll und mit Gewinde versehen geliefert. Schwächere Rohre werden am Orte der Installation mit Gewinde versehen. Die hierzu benutzte Schneidkluppe mufs aber Backen bis zu den gröfsten Dimensionen besitzen, um auch an starke Rohre Gewinde anschneiden zu können. Das Abschneiden der schmiedeeisernen Rohre erfolgt mittels besonderer Vorrichtungen.

Die Anbringung der Hausanschlufs- u. s. w.-Leitungen erfolgt fast ausschliefslich durch ein entsprechendes Façonstück (T-, Kreuz- oder dergl.). Bei gufseisernen Rohren ist es auch üblich, das Hauptrohr anzubohren und eine Rohrschelle anzulegen, in deren Abzweig die Zuleitung auf gewöhnliche Weise befestigt oder eingebleit wird.

Hausinstallationen.

Die Installationen im Innern der Häuser werden entsprechend denjenigen für Steinkohlengas ausgeführt, nur sind die Dimensionen der Rohre, entsprechend der gröfseren Leuchtkraft des Gases, anders zu wählen. Für normale Verhältnisse sind auf 1 qm Grundfläche 2 bis 2,5 Kerzen Leuchtkraft zu rechnen. Die Höhe der Flammen wird dabei so gewählt, dafs bei a (Länge des zu beleuchtenden Raumes) b (Breite desselben) die Höhe h der Flammen $= {}^2/_5 \left(\frac{a+b}{2}\right)$ über dem Fufsboden ist.

In Festräumen sind auf je 25 cbm Raum 100 Hefnerkerzen anzuordnen. Bei Räumen, die höher sind als 10 m, hängt man die untere Spitze des Kronleuchters bis auf $^1/_3$ Raumhöhe vom Fufsboden.

Befindet sich über einer Kreisfläche vom Radius a senkrecht über dem Mittelpunkte eine Lichtquelle, so wird der Kreisumfang am stärksten erleuchtet bei der Höhe $h = 0{,}7\,a$ der Lichtquelle über dem Kreise.

Bei Anordnung der Flammen ist stets darauf Bedacht zu nehmen, dafs die Stärke des Lichtes im Verhältnis zum Quadrate der Entfernung abnimmt, d. h. eine möglichste Verteilung der Flammen im Raume den günstigsten Lichteffekt hervorruft.

Bei Anwendung der gewöhnlichen Acetylenflammen zu 20 Hefnerkerzen sind Räume von der Gröfse

3 : 3 m . . . . 1 bis 2 Flammen,
4 : 4 „ . . . . 2 „ 3 „
5 : 5 „ . . . . 3 „ 4 „
u. s. w.

zur Beleuchtung zu verwenden.

Die Zuleitungsrohre zu den Wohnungen sind stets so stark zu nehmen, dafs sämtliche Räume mit Gas beleuchtet werden können. Die Zuleitung erfolgt in der Weise, dafs vom Hauptrohr aus Zweigleitungen zu den einzelnen Wohnungen (Konsumenten) geleitet werden, die zu den Gasmessern führen, von wo aus sodann die Gasverteilung in den Räumen vorgenommen wird.

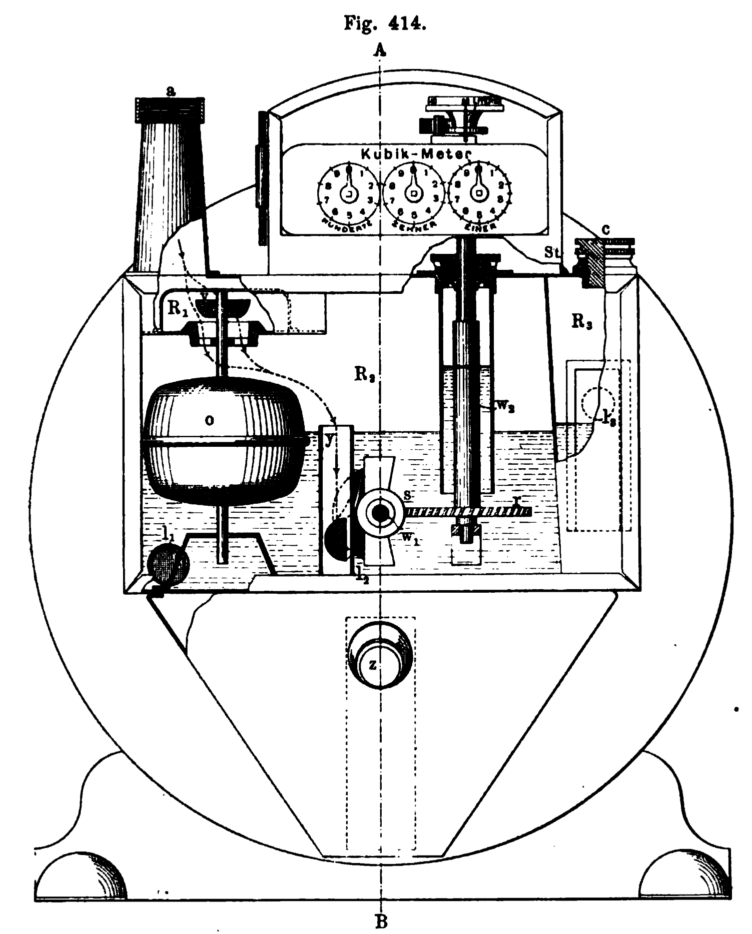
Die Aufstellung der Gasmesser erfolgt zumeist in Räumen, die möglichst nahe am Hauptrohr liegen und eine möglichst konstante Temperatur haben. Zu kalte oder zu heifse Räume beeinflussen in hohem Mafse die Funktion der Gasmesser. Nasse Gasmesser frieren, wenn sie Wasser enthalten, im Winter leicht ein, im Sommer findet eine starke Verdunstung des Sperrwassers statt. Trockene Gasmesser sind sowohl gegen allzu grofse Kälte als auch gegen grofse Hitze empfindlich, wenn auch nicht in dem Mafse wie nasse.

Die in der Acetylentechnik verwendeten Gasmesser sind dieselben, wie solche für Steinkohlengas gebraucht werden, nur werden die Wasser-

verschlüsse, entsprechend dem gröfseren Druck des Gases, höher genommen. Es finden sowohl nasse als auch trockene Gasmesser Anwendung.

Von den nassen Gasmessern haben hauptsächlich solche Verwendung gefunden, die nach der Klassifikation der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission [1]) zu System I gehören. Diese sind mit selbstthätiger

Fig. 414.



Nasser Gasmesser nach System I. (Ansicht.)

Absperrvorrichtung versehen, welche den Zuflufs absperrt, sobald das Niveau des Wassers unter einen bestimmten Tiefstand sinkt, und ferner mit einem Wasserüberlauf, wodurch das Wasser nicht über ein bestimmtes Niveau in der Mefstrommel steigen kann.

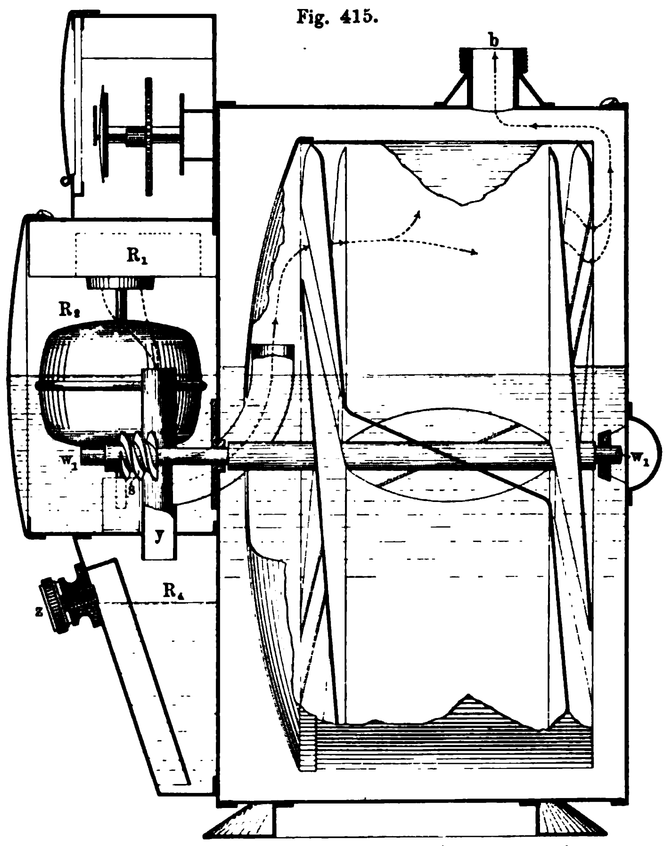
---

[1]) Beilage zu Teil VIII des zweiten Abschnittes der Instruktion v. 1. Mai 1885.

Bei diesen Gasmessern lassen sich folgende Konstruktionsteile unterscheiden: das Gehäuse, die Meſstrommel, die Einrichtung für die Gaszuführung, die Einrichtung für die Wasserzuführung und für den Ablauf des überschüssigen Wassers, die Absperrvorrichtung und das Zählwerk nebst dem Übertragungsmechanismus.

Die Einrichtung dieser Gasmesser ergiebt sich aus Fig. 414 (a. v. S.) und Fig. 415. Das Gas tritt durch den Einlaſs *a* und geht durch die

Fig. 415.

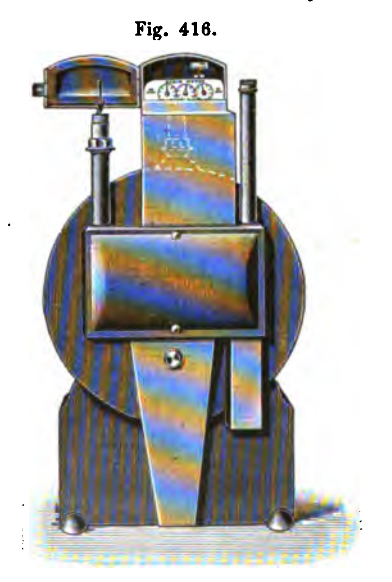


Nasser Gasmesser nach System I. (Seitenansicht.)

Ventilkammer R_1, zwischen Ventil V und Ventilsitz in den Vorkasten R_2. Das gerade abgeschnittene Knierohr *y*, von dessen Länge der Trommelinhalt abhängt, nimmt das Gas aus dem Vorkasten auf und leitet es in die Trommel, die mit ihren eigens konstruierten Kammern, Crooleysche Trommel, sich im Gehäuse dreht. Die Trommel enthält vier Kammern, von denen drei Stück zum Teil mit Gas gefüllt sind. Die erste Kammer in der Trommel nimmt Gas auf, die zweite ist völlig gefüllt und die dritte giebt das gemessene Gas an den Zwischenraum zwischen Trommel-

oberfläche und Gehäuse ab. Das so gemessene Gas entweicht durch den Auslafs *b*. Man hat somit bei einer Umdrehung der Trommel und der damit verbundenen Welle W_1 ein bestimmtes Mafs für das entwichene Gas. Die Welle W_1 tritt nun ihrerseits in den Vorkasten, wird getragen durch ein Lager und hat am Ende eine einfache, oder, wenn erforderlich, eine doppelgängige Schnecke S, welche in ein Schneckenrad r, für gewöhnlich mit 28 Zähnen, eingreift. Das Schneckenrad sitzt an einer Welle W_2, die durch den Vorkasten R_2 mittels Stopfbüchse in den Zählwerkkasten eintritt. Die Welle wird zwecks Abdichtung noch mit einem Rohr umgeben, welches einen Wasserabschlufs bildet. Die Umdrehungen der Welle W übertragen sich auf das Uhrwerk. Dasselbe hat eine Literscheibe, die bei 1 Liter kleinster Einteilung 10 bis 100 Liter pro Tour je nach Vorschrift angiebt; dann drei Scheiben, welche 100 Liter, einzelne Kubikmeter und 10 cbm anzeigen. Das Uhrwerk ist im übrigen den Angaben der Aichordnung entsprechend ausgeführt. Vorn besitzt der Uhrkasten eine Glasscheibe *c* und für den äufseren Schutz einen Deckel, der seitlich aufklappt.

Fig. 416.



Nasser Gasmesser nach Elster.

Die Absperrung des Gases erfolgt vermittelst des Ventiles V und des Schwimmers D. Sinkt das Niveau des Wassers, so schliefst sich das Ventil und das Gas kann aus der Ventilkammer R_1 nicht mehr in die Vorkammer R_2 einströmen.

Soll der Gasmesser in Betrieb gesetzt werden, so mufs man ihn mit Wasser auffüllen. Zu dem Zwecke schraubt man die Füllschraube *a* und die Ablafsschraube *z* ab, giefst Wasser in den Auslafs, bis vorn an der Ablafsschraube Wasser abzulaufen beginnt. Dann werden Einlafs und Auslafs an die Rohrleitungen angeschraubt. Nun läfst man so lange Gas durchströmen, bis sich der Druck im Gasmesser allseitig mitgeteilt hat und füllt dann durch die Füllschraubenöffnung bei *a* noch etwas Wasser nach, damit der Wasserstand in der Trommel die Höhe erreicht, welche ihm das Knierohr gestattet. Zuletzt werden Füllschraube und Ablafsschraube wieder angeschraubt und kann dann Gas entnommen werden. Das Gehäuse ruht auf dem Fufsgestell, das gegen Kippen durch vier Fufsnägel gesichert ist.

Nach diesem System sind die für Acetylen bestimmten Gasmesser von S. Elster (Fig. 416) angeordnet. Dieselben sind mit besonders

hohen Wasserverschlüssen ausgerüstet und können deshalb bei einem Drucke bis 200 mm ohne Gefahr der Gasausströmung gefüllt werden.

Die Ausmessungen dieser Gasmesser, entsprechend den Bezeichnungen des Schemas Fig. 417 und 417 a, sind in nachstehender Tabelle enthalten.

Zahl der Flammen à 30 Liter in der Stunde	Inhalt der Trommel Liter	Durchgang in der Stunde cbm	*a*	*b*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*k* Zoll	*l*
15	3,57	0,45	300	245	265	80	120	144	620	1/2	55
25	7,14	0,75	390	270	350	100	135	165	645	1/2	62
50	14,28	1,50	463	340	400	112	185	216	650	3/4	66
75	20,00	2,25	490	375	430	115	233	255	660	3/4	73
100	28,57	3,00	557	460	490	115	250	275	675	1	117
150	41,67	4,50	636	550	555	121	296	320	690	1 1/4	138

Gleich konstruiert und ähnlich ausgeführt sind die Gasmesser von Pintsch in Berlin (Fig. 418), welche gleichfalls in Acetylenzentralen

Fig. 417.

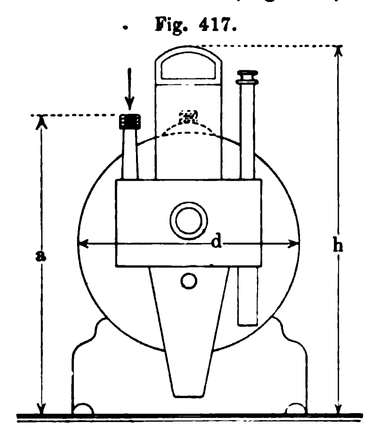


Fig. 417 a.

Schema eines nassen Gasmessers nach Elster.

Fig. 418.

Nasser Gasmesser nach Pintsch.

ausgedehnte Anwendung gefunden haben. Die wichtigsten Ausmessungen derselben sind:

Inhalt der Trommel Liter	Durchgang in der Stunde cbm	Rohranschlufs Zoll	Höhe bis Oberkante der Verschraubungsunterteile mm
3,57	0,45	1/2	392
7,14	0,75	1/2	481
14,28	1,50	3/4	541
28,57	3,00	1	600
41,67	4,50	1 1/4	655

Die Gasmesser von Oskar Small in Stuttgart werden in nachstehenden Dimensionen geliefert:

Trommelinhalt	Durchgang in der Stunde	Dimensionen					Verschraubungen	
		Höhe mit Verschraubung	Breite	Tiefe mit Vorderkasten	Entfernung d. Verschraubung von Mitte zu Mitte	Seitliche Entfernung des Einganges von Mitte	Lichter Eingang	entsprechendes Eisenrohr
Liter	cbm	mm	mm	mm			mm	engl. Zoll
3,57	0,45	340	270	250	155	85	15	1/2
7,14	0,75	425	345	275	195	102	20	3/4
14,28	1,50	495	410	322	213	113	25	1
28,57	3,00	630	510	435	285	125	34	1 1/4
41,67	4,50	695	560	465	310	140	34	1 1/4

Gasmesser System II (mit Rückmessung des Gases) sind bislang in der Acetylentechnik nicht verwendet worden. Die oben beschriebenen Elsterschen Gasmesser besitzen Vorrichtungen (Trommelkonstruktionen), welche eine Erniedrigung des Flüssigkeitsniveaus zum Teil eliminieren.

Die durch die selbstthätige Absperrvorrichtung und besondere Trommelkonstruktion bewirkte Regulierung der Gasmesser ist an sich nicht ausreichend, da schon geringe Unterschiede des Flüssigkeitsniveaus bei der Kleinheit der für Acetylen angewandten Gasmesser prozentual ziemlich hohe Abweichungen der Angaben hervorrufen, die um so mehr ins Gewicht fallen, als es sich beim Acetylen um ein verhältnismäfsig teures Gas handelt.

Dazu kommt noch, dafs das Acetylen in verhältnismäfsig trockenem Zustande zum Gasmesser gelangt, deshalb leicht gröfsere Wassermengen aufnimmt und ein Verdunsten der Sperrflüssigkeit bewirkt.

Aus diesem Grunde ist es ratsam, die Gasmesserfüllung nicht mit Wasser, sondern mit Glycerin zu bewirken und deshalb nur Gasmesser mit verzinnten Mefstrommeln und nicht solche aus Britanniametall zu verwenden.

Doch auch solche Gasmesser müssen stets auf korrekte Füllung u. s. w. kontrolliert werden. Die Haltbarkeit der nassen Gasmesser bei Acetylen ist eine recht gute, wenn das Gas gut gereinigt ist. Ist dasselbe unrein, so tritt eine starke Abnutzung der Gasmesser ein, die sich in der Durchlöcherung der Meſstrommeln äuſsert.

Trockene Gasmesser haben bis jetzt nur beschränkte Verwendung beim Betriebe der Acetylenzentralen gefunden. Es ist allgemein die Ansicht verbreitet, daſs Acetylen die bei solchen Messern notwendigen Membranen aus Leder, imprägniertem Stoff u. s. w. austrockne, wodurch dieselben brüchig werden und die Genauigkeit der Angaben eine unsichere wird. Längere Zeit fortgesetzte Versuche ergaben jedoch [1]), daſs eine solche Erscheinung lediglich bei Anwendung unreinen Acetylens und zwar manchmal schon nach ganz kurzer Zeit erfolgt, daſs dagegen gereinigtes Gas die erwähnte Wirkung nicht ausübt.

Fig. 419.



Trockengasmesser von Elster.

Von den trockenen Gasmessern, welche auf ihre Verwendbarkeit für Acetylengas geprüft wurden, haben sich nach Versuchen von Caro [2]) am meisten diejenigen des Systems V (resp. Va) bewährt. Dieselben besitzen zwei Meſskammern, bestehend aus allseitig geschlossenen Metall- (Blech-) Kapseln, von denen jede durch eine bewegliche Membran in zwei Teile geteilt ist. Der Steuermechanismus des Apparates bewirkt, daſs das Gas in jede Kammer an der einen oder anderen Seite der Membran eintritt, wodurch sich dieselbe an die dem Gaseintritt entgegengesetzte Wand der Kapsel anlehnt, hierbei das zwischen ihr und der Membran befindliche Gas hinauspressend.

Durch diese Anordnung wird erreicht, daſs das in jeder Kammer befindliche Gas thatsächlich hinausgepreſst wird und daſs der ganze von den starren Metallwänden der Blechkapsel begrenzte Raum als Meſsraum dient und auch thatsächlich mit Gas gefüllt wird.

Nach diesem System sind die Trockengasmesser von Elster (Berlin) eingerichtet. Bei denselben befinden sich zwei Meſskammern *A* und *B* (Fig. 419, 420), welche zwei gleichgroſse rautenförmige Räume bilden. Die Kammern haben viereckigen Querschnitt und enthalten je eine Membran *M* und *M'*. Dieselben sind, entsprechend den Wänden

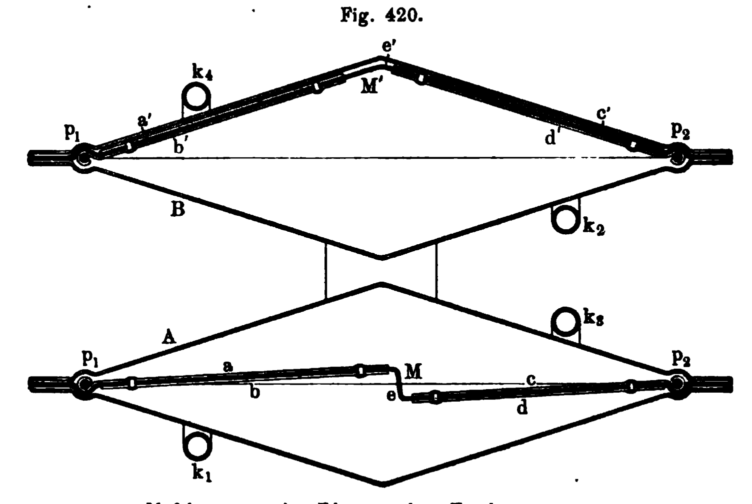
---

[1]) Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 7, 145. — [2]) Ebenda und Originalmitteilung.

der Kammern, von beiden Seiten mit vernickelten Blechplatten ab und cd resp. $a'b'$ und $c'd'$ belegt. Die Membranen M und M' sind an beiden Enden um die durchlaufenden Wellen p_1 und p_2 gelegt, um welche auch ein Blechbelag der Membranen a und c bezw. a' und c' greift. Auf diese Weise besteht die bewegliche Membran der Meſskammer aus je zwei, auf den Wellen p_1 und p_2 drehbaren festen Flügeln (ab und cd resp. $a'b'$ und $c'd'$), die durch das Membranstück e bezw. e' verbunden sind.

Die Wirkung der Kammern ist folgende: Wenn die Kammer B mit Gas gefüllt ist, so liegt ihre bewegliche Membran an der Kammerwand an; tritt nun durch die Öffnung k_4 Gas ein, so bewegt sich die Membran nach links (wie bei Kammer A angegeben) und das in ihr befindliche Gas strömt aus k_3 aus, bis die Membran an der ent-

Fig. 420.



Meſskammern des Elsterschen Trockengasmessers.

gegengesetzten Wand aufliegt; dann tritt Gas in k_3 ein, die Membran bewegt sich in umgekehrter Richtung und das Spiel beginnt von neuem.

Das Ein- und Ausströmen des Gases von der einen oder anderen Seite der Membranen findet statt durch ein Schiebersystem, das oberhalb der Kammern liegt (Fig. 419) und ist die Anordnung so getroffen, daſs, wenn die Membran der einen Kammer gerade an der Kapselwand anliegt, diejenige der anderen Kammer in der Mitte steht, so daſs stets Gas aus dem gemeinsamen Gasauslaſs austritt und durch den Gasmesser ununterbrochen Gas hindurchgeht.

Die eigentümliche, oben beschriebene Ausführung der Membranen bedingt, daſs die eigentlichen Membranteile auf ein Minimum reduziert sind, da dieselben nur aus dem Stücke e bezw. e' bestehen. Auſserdem erfolgt die Bewegung dieses Membranstückes infolge Anordnung der

starren, an den Achsen p_1 und p_2 drehbaren Flügeln *a b* und *c d* bezw. *a' b'* und *c' d'* zwangsläufig, so dafs sich die Membran stets an die Wände der Kammern anlegen mufs und infolgedessen eine Faltenbildung im Membranstücke und hierdurch eine vorzeitige Abnutzung oder Ungenauigkeiten der Angaben durch Festklemmen desselben vermieden werden.

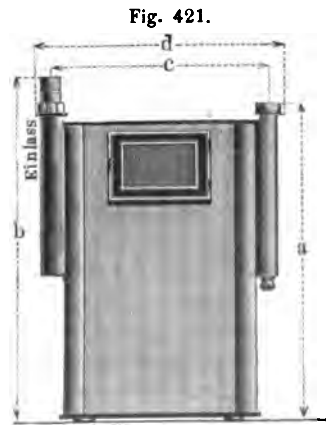
Der ganze Inhalt der Blechkapseln bildet einen unveränderlichen metallenen Mefsraum, so dafs ein dauernd genaues Messen erreicht wird.

Die Ausmessungen des Elsterschen Gasmessers nach den Bezeichnungen der Fig. 418 sind:

Inhalt pro Umdrehung Liter	Durchlafs in d. Stunde cbm	*A*	*B*	*C*	*D*	*E* Zoll	*F*	*G*	*H*
3 1/3	0,45	330	386	215	130	1/2	240	345	Verschraubung bis 2 1/2 Zoll Rohr
5	0,75	389	445	251	136	3/4	287	410	
7,5	1,50	423	489	285	156	1	330	440	
15	3	520	600	350	205	1 1/4	390	550	
30	4,5	635	724	450	245	1 1/4	490	675	

Eine ähnliche Konstruktion wie diejenige der Elsterschen Gasmesser (nach System Va) zeigt der Trockengasmesser der Gasmaschinenfabrik Amberg. Derselbe (Fig. 421, 422, 423) unterscheidet sich von dem Elsterschen Gasmesser (Fig. 416) dadurch, dafs die Kammern einen sechseckigen Querschnitt zeigen. Dieser hat zwar den Vorteil, dafs der Mefsraum gröfser und deshalb die Tourenzahl der Schieber eine geringere wird, doch ist damit der Nachteil verbunden, dafs infolge einer gröfseren Anzahl von Ecken auch mehr Teile der im übrigen wie beim Elsterschen Gasmesser versteiften Membranen freiliegen müssen, nämlich *a*, *b*, *e* und *d* (Fig. 423). Dieser Nachteil der Ambergschen Gasmesser wird aber ausgeglichen durch die Art, wie die Membranen geführt werden. Dieselben besitzen die Führung an der zentralen Platte (Fig. 422 und 423) und zwar in Form zweier Flügel *g* und *g'*, welche sich um die vertikalen Wellen *f* und *f'* drehen. Dadurch wird die Membran fest an die Kammerwand geprefst und nicht nur eine wirkliche Messung unter Ausnutzung der ganzen Kammer als Mefsraum erreicht, sondern auch die Bildung von Falten u. s. w. in der Membran vermieden.

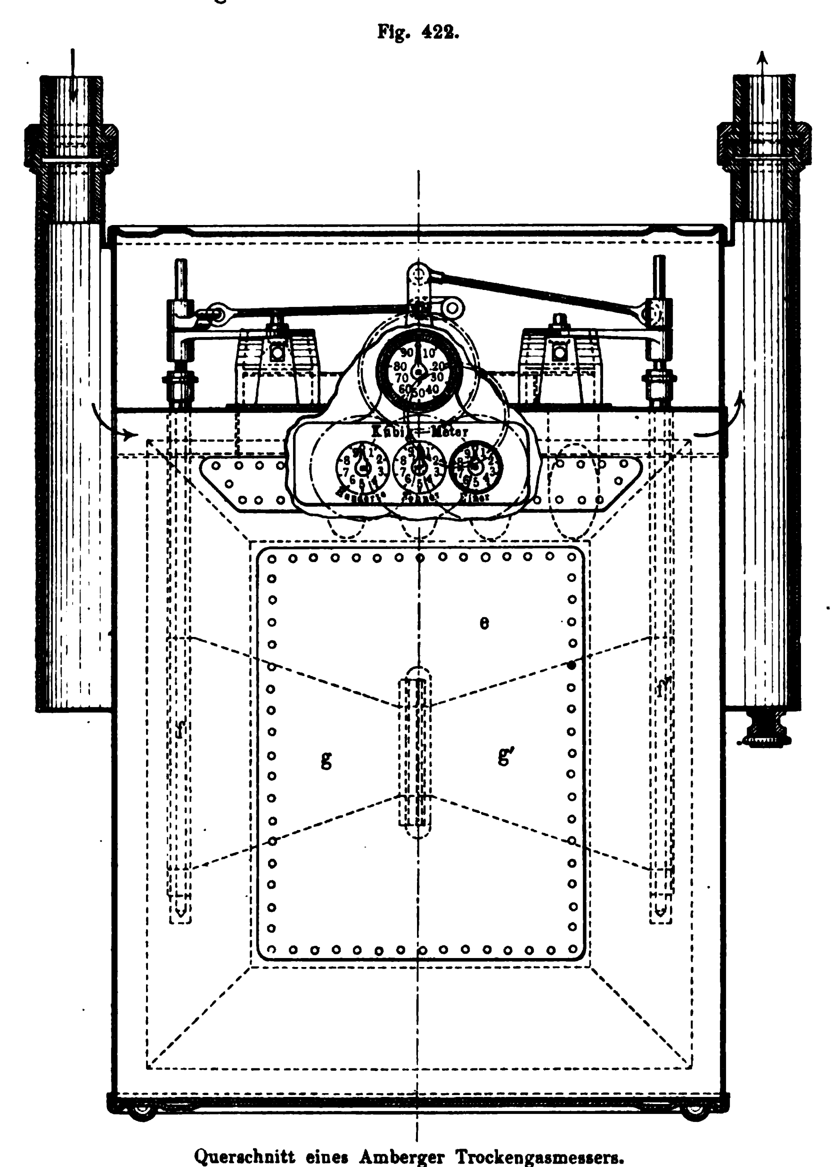
Fig. 421.



Schema eines Amberger Trockengasmessers.

Der Trockengasmesser der Amberger Gesellschaft ergab, wie auch derjenige von Elster nach den oben erwähnten Prüfungen für Acetylen durchaus befriedigende Resultate.

Fig. 422.



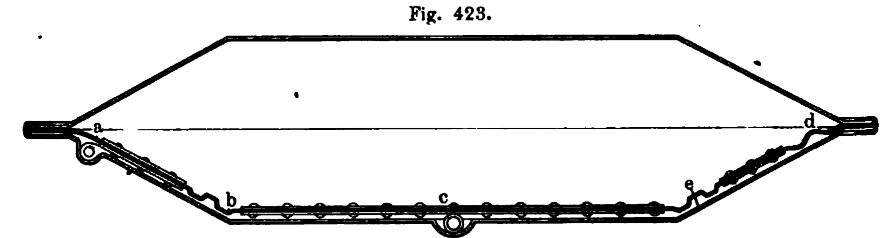
Querschnitt eines Amberger Trockengasmessers.

Die Mafslisten dieser Gasmesser sind folgende nach den Ausmessungen der Fig. 423 (a. f. S.):

Inhalt	Stündlicher Durchgang	Lichte Weite der Ein- und Ausgänge	Abmessungen in Millimetern					
			a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
Liter	cbm	mm						
3,68	0,45	15	360	390	252	300	120	160
7,7	0,75	20	430	470	305	350	155	200
15	1,5	25	500	550	360	420	195	240
20	3,0	35	570	625	420	480	205	250
30	4,5	35	625	680	460	530	235	280

Von Trockengasmessern sind auch solche nach System III in Vorschlag gebracht und verwendet worden. Bei denselben sind nicht besondere feste Mefsräume vorhanden, sondern die Messung erfolgt in der Weise, dafs das Gehäuse durch eine vertikale Scheidewand in zwei Kammern geteilt wird, in denen sich je ein Blasebalg bewegt. Derselbe nähert sich und entfernt sich von der Mittelwand und verdrängt aus der betreffenden Abteilung der Kammern ein bestimmtes Gasvolumen. Bei diesen Gasmessern ist der Gasraum gebildet einerseits durch die feste Wand der Kammern, anderseits durch den beweglichen Blasebalg, und ist deshalb die Genauigkeit der Messung in hohem Grade davon abhängig, dafs der Blasebalg stets eine gleichmäfsige Ausdehnung zeigt

Fig. 423.



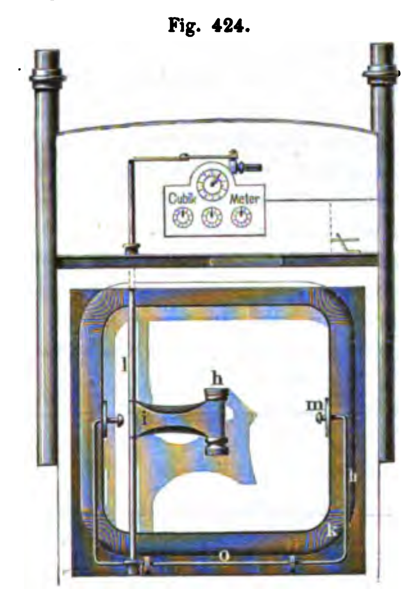
Mefskammer des Amberger Trockengasmessers.

im Gegensatz zu den Gasmessern des Systems V bezw. Va, bei denen die Mefsräume durch feste Wände begrenzt sind und die Membran lediglich ein festes Organ darstellt, das an sich den Mefsraum nicht beeinflufst. Eine Faltenbildung, Verhärtung u. s. w. der Membran bewirkt deshalb bei den Gasmessern System III eine Erschwerung des Ganges und Beeinflussung des Mefsraumes, bei den Gasmessern System V lediglich eine Erschwerung des Ganges.

Von den trockenen Gasmessern System III hat Verwendung gefunden derjenige der Luxschen Industriewerke in Ludwigshafen a. Rh., welcher unter dem Namen „Carburylen“ von der Firma Keller & Knappich, Gesellschaft für Gascarburation in Augsburg-Oberhausen, vertrieben wird. Derselbe (Fig. 424, 425) enthält vier Mefsräume, und zwar zwei äufsere *g* und zwei innere *f*. Die Abgrenzung derselben erfolgt durch den Lederbalg *k*, welcher an der Backenseite durch eine Platte *h* abgegrenzt ist. Die

Parallelführung des Blasebalges erfolgt durch die Ösen *m*, Stangen *n* und Welle *o*, die Übertragung auf das Zählwerk durch die Führungsstangen *i* und Welle *l*, die Gasverteilung durch ein Schiebersystem.

Fig. 424.



Trockener Gasmesser „Carburylen". Vorderer Schnitt.

Fig. 425.



Trockener Gasmesser „Carburylen". Seitenquerschnitt.

Die Gröfsentabelle dieses Gasmessers ist entsprechend der schematischen Zeichnung die folgende:

Nummer	Flammen zu 25 Liter	Inhalt Liter	Stündl. Durchgang cbm	Rohranschlufs mm	Gewicht kg	Ganze Höhe mm	Durchmesser mm	Tiefe des Innenteils mm	Ganze Tiefe mm	Ganze Breite mm
1	20	3	0,5	15	4,5	390	230	155	210	265
2	30	5	0,8	20	6	440	250	180	230	290
3	60	8,5	1,5	25	8	490	310	195	250	357
4	120	16,5	3,0	35	14,5	590	375	275	370	435
5	180	22	4,5	35	16,5	620	410	295	390	470

Gleichfalls verwendbar für Acetylen sind nach den oben erwähnten Prüfungen die ähnlich dem System III konstruierten Gasmesser der Aktiengesellschaft für Gas und Elektrizität (Köln-Ehrenfeld) und der Frankfurter Gasmesserfabrik Dehm und Zinkeisen (Bockenheim)[1].

[1]) Näheres über Trockengasmesser für Acetylen vergl. Caro in Ztsch. f. Calc. u. Acet. 7, 145.

Die Anwendung trockener Gasmesser im Zentralenbetrieb hat den Vorteil, dafs die lästige Kontrolle des Wasserstandes u. s. w. wegfällt. Es ist jedoch bei Aufstellung derselben gleichfalls Sorgfalt auf den Ort zu verwenden, da sowohl allzu warme wie auch allzu kalte Räume die Thätigkeit der Membranen nachteilig beeinflussen.

Bei trockenen wie nassen Gasmessern ist die lotrechte Aufstellung von Zeit zu Zeit zu kontrollieren.

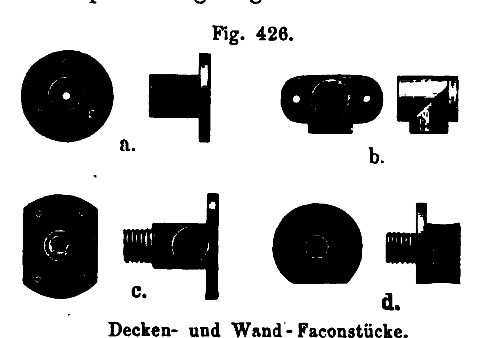
Jeder Gasmesser mufs durch einen Haupthahn absperrbar sein. Derselbe wird vor dem Gasmesser eingelegt, so dafs hierdurch sowohl Konsumleitung als auch Gasmesser abgeschlossen werden. Die Haupthähne werden in Metall ausgeführt, sollen vollen Durchgang haben und in ein allseitig absperrbares, abgedichtetes Gehäuse eingelegt sein. Ferner müssen die Hähne mit einem Ansatzstutzen versehen sein, welcher, wenn der Gasmesser abgenommen wird, mit einer Kappe verschlossen werden kann. Die Hahnschlüssel werden in Gufs mit Vierkantöffnung ausgeführt und in folgenden Dimensionen geliefert:

Nummer	1	2	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$	6
Lichte Weite mm	$9\frac{1}{2}$	10	$12\frac{1}{4}$	$14\frac{1}{4}$	$15\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$	$18\frac{3}{4}$	$19\frac{1}{4}$	$20\frac{3}{4}$

Nummer	$6\frac{1}{2}$	7	$7\frac{1}{2}$	8	$8\frac{1}{2}$	9	$9\frac{1}{2}$	10
Lichte Weite mm	$22\frac{3}{4}$	$24\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{4}$	$28\frac{3}{4}$	30	$35\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$	40

Die Leitung im Hause, deren Berechnung wie bei der Betriebsleitung erfolgt [1]), wird aus Gasrohren (schmiedeeiserne schwarze Rohre) hergestellt; die verwendeten Rohre, Fittings u. s. w. sind dieselben wie bei der aus schmiedeeisernen Rohren erbauten Strafsenleitung [2]), nur in entsprechend geringeren Dimensionen. Von besonderen Façonstücken werden lediglich solche angewendet, die entweder zur gleichmäfsigen Befestigung des Rohres an der Decke oder den Wänden dienen, oder auch zur Herstellung vielfacher Abzweige. So werden Muffen mit Scheibe (Fig. 426 a), Winkel mit Scheibe oder mit Lappen (Fig. 426 b), T-Stücke mit Lappen oder Scheibe (Fig. 426 c) u. s. w. zu diesen Zwecken angewendet, und zwar alle diese Façonstücke mit Aufsen- oder Innengewinde.

Fig. 426.



Decken- und Wand-Façonstücke.

Als Façonstücke zur Befestigung von Rohren an der Wand dienen

[1]) Vergl. S. 347, 600 bis 611. — [2]) Vergl. S. 617 bis 623.

gleichfalls diese besonderen Deckenstücke oder auch Wandscheiben, wie Fig. 426 d.

Die Herstellung verzweigter Leitungen geschieht mittels besonders gestalteter Corpusse mit drei oder vier Auslaufen, die eine mannigfaltige Verteilung ohne Anwendung vieler Dichtungsstellen gestatten, mittels T-Stücke mit Seitenlauf gleichen oder verschiedenen Durchmessers u. s. w. Die Verbindung der einzelnen Rohrteile erfolgt durch Muffen; es ist empfehlenswert, an einigen Stellen zweiteilige Rohrverschraubungen mit Überwurfmutter anzubringen, um die Rohre leichter auseinandernehmen zu können.

Die Anbringung der Rohre an den Wänden, Decken u. s. w. mufs stets derart erfolgen, dafs das Rohr unverrückbar befestigt ist, aber doch keine Spannungen u. s. w. zeigt. Das Verputzen der befestigten Rohre ist wohl statthaft, doch darf der Putz nicht zum Träger des Rohres werden, sondern dasselbe mufs auch unter dem Verputz ordnungsmäfsig befestigt sein. Zur Befestigung dienen Rohrhaken, Rohrschappeln oder auch zweiteilige Rohrbügel mit flacher Scheiben- oder Lappenunterlage, deren Verwendung besonders empfehlenswert ist.

Ganz dünne Rohre, wie solche zur Lichtleitung für ein- und zweiarmige Beleuchtungskörper dienen, werden auch manchmal (besonders in Frankreich) aus Blei gefertigt. Dieselben werden mittels einer angelöteten Muffe mit der Gasleitung verbunden.

Die Befestigung solcher Rohre an der Wand oder der Decke soll mit gröfster Vorsicht nur mittels Bügeln und nicht mit Haken geschehen, weil letztere das Rohr leicht verletzen.

Als Beleuchtungskörper [1]) dienen solche, welche auch für Steinkohlengas gebraucht werden. Es sollen nur beste Fabrikate Verwendung finden, welche auf Dichtigkeit bei $1/2$ Atmosphäre geprüft sind. Hähne, Bewegungen u. s. w. müssen absolut abdichten, weil schon geringe Undichtigkeiten, entsprechend dem verhältnismäfsig hohen Betriebsdruck des Acetylens, zu kostspieligen Gasverlusten Anlafs geben können.

Da die Acetylenbeleuchtung in der Anwendung konzentrierter Lichtquellen besteht, so sind besondere Vorkehrungen nötig, um die Acetylenflamme abzublenden, und zwar unter thunlichster Vermeidung von Lichtverlusten.

Zu diesem Zwecke werden die offenen Acetylenbrenner in üblicher Weise mit Milchglaskugeln oder mit mattierten oder verzierten Schalen umgeben, deren Höhe jedoch die Flammenbildung selbst nicht beeinflussen darf [2]). Besonders vorteilhaft ist die Verwendung opterophan oder holophan geschliffener Gläser, die aus Prefsglas hergestellt und so konstruiert sind, dafs sie das Licht möglichst nach unten reflektieren, dasselbe aber auch gleichzeitig auf die ganze Oberfläche des Glases verteilen, so dafs ein Blenden des Auges vermieden wird. Die Befestigung

[1]) Vergl. S. 433. — [2]) Vergl. auch S. 432 u. f.

dieser Schutzgläser erfolgt vermittelst dreiteiliger Schalenkreuze, die auch verstellbar eingerichtet werden.

Entsprechend dem Anwendungsgebiete des Acetylens in kleinen, meist wenig bemittelten Ortschaften sind auch die für Acetylen verwendeten Beleuchtungskörper durchweg von recht einfacher Ausstattung. Vielfache Anwendung finden einfache Wandarme mit besonders abgedichteter Hinterbewegung, und zwar mit eingeschliffenem Gelenk und voll abgedichtetem Hahn, mit Universalbewegung mit durchgehenden abgedichteten Rohraxen und mit Mittelbewegungen mit Hahn und Gewinde, ferner Lyren, einfache und doppelarmige Leuchter u. s. w. Die Beleuchtungskörper werden direkt am Gasrohr oder einem Kronleuchterhaken befestigt, meist unter Zwischenschaltung einer Kugelbewegung mit doppelter Abdichtung und geschlossenem zweiteiligem Gehäuse, welche sorgfältig und gut gearbeitet sein mufs.

Die kunstgewerbliche Ausgestaltung der speziell für Acetylen bestimmten Beleuchtungskörper hat sich durch das gegebene beschränkte Verwendungsgebiet nur wenig entwickelt. Zumeist besteht sie in einer gewissen Stilisierung des Leuchters, jedoch ohne weitere Rücksichtnahme auf die Natur des Acetylenlichts, das vermöge seiner Eigenschaften, eine hell leuchtende, dabei beweglich strahlende Flamme zu bilden, zur Erzielung der mannigfaltigsten dekorativen Wirkungen befähigt ist. Welche Leistungen hierbei, auch bei einfachster Ausführung, erreicht werden können, beweisen einige französische Fabrikate, bei denen die weißschimmernde Acetylenflamme der reichen Formengebung des Lichtträgers angepafst ist und dadurch die wundervollsten Effekte erzeugt werden.

In dieser Anwendung hat das Acetylenlicht eine grofse Verbreitung als reines Luxuslicht gefunden und zwar in Etablissements, in denen in erster Reihe auf das Hervorbringen von reizvollen Stimmungen durch raffinierteste Farben- und Tonwirkungen gesehen wird, wie z. B. in den grofsen Luxushotels der Riviera u. s. w. Auch in Deutschland würde in dieser Art verwendetes Acetylenlicht neue Gebiete sich erobern.

Für Acetylenglühlichtbrenner finden alle diejenigen Beleuchtungskörper Anwendung, welche auch für Steinkohlengasglühlicht verwendet werden.

Die Installation der Hausleitung und die Montage der Beleuchtungskörper mufs stets unter Wahrung derjenigen Regeln erfolgen, welche bereits S. 347 angegeben worden sind.

Bezüglich der Brenner ist zu bemerken, dafs die Düsen sowohl der offenen Brenner als auch der Glühlichtbrenner alle vier bis sechs Wochen ausgeblasen werden müssen, um sie von etwa angesammeltem Staub zu befreien.

Strafsenbeleuchtung.

Die Beleuchtung der Strafsen richtet sich je nach den örtlichen Verhältnissen. Ist h die Flammenhöhe über der Strafse, l die Ent-

fernung zweier Laternen, J die Flammenstärke, so ist die gröfste Helligkeit (unter der Laterne) H max. $= \frac{J}{h_2}$, die geringste Helligkeit (zwischen zwei Laternen) H min. $= 2 \frac{J}{h^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}$.

Bei Beleuchtung von Plätzen u. s. w. verwendet man entweder Doppelbrenner oder Doppelkandelaber. Die günstigste Lichtwirkung erhält man, wenn man die Laternen an die Ecken von gleichseitigen Dreiecken stellt; dann liegt das Minimum der Beleuchtung im Schwerpunkte eines jeden Dreiecks, es ist H min. $= 3 \frac{J^2}{h^2 + {}^1/_3\, a^2}$.

Bei der Strafsenbeleuchtung soll H min. mindestens $^3/_4$ Meterkerze betragen.

Für gewöhnlich werden offene Flammen von 25 bis 30 Hefnerkerzen verwendet; in letzter Zeit auch Glühlichtflammen mit 60 Hefnerkerzen. Die Entfernung der Laternen voneinander beträgt in den bis jetzt betriebenen Zentralen 56 bis 170 m [1]). Die Höhe der Laterne beträgt im Durchschnitt 2,5 bis 3 m.

Die verwendeten Kandelaber sind dieselben wie für Steinkohlengas. Die Säulen werden aufgestellt auf tiefgreifende Erdböcke und sind oben versehen mit Bügeln, die zweckmäfsig zweiteilig ausgebildet sind und Ösen zum Befestigen der Leitern besitzen. Als Laternen werden zumeist sechseckige gewählt folgender Ausmessungen: untere Sechseckseite 125 mm, obere 225 mm, Höhe des Unterteils 450 mm, Deckelhöhe ohne Kopf 125 mm, oder auch runde Laternen, die mit einem cylindrischen Glasmantel versehen sind und den Vorteil haben, dafs sie keinen Schatten werfen. Die Laternen müssen absolut regendicht sein und eine gute Reinigung gestatten.

In engen Strafsen u. s. w. werden anstatt Kandelaber Konsolen angewendet, die mittels Holzbügel und 18 mm starken Holzschrauben an den Mauern der Gebäude befestigt werden, wobei die Entfernung der Flamme vom Gebäude 0,75 bis 1,2 m beträgt.

Der Brennerverbrauch der offenen Acetylenflammen ist ein geringer; die Brenner werden, eine gute Reinigung vorausgesetzt, alle 2 bis 3 Jahre erneuert, doch sind an manchen Stellen Brenner auch schon erheblich längere Zeit im Betriebe.

Der Verbrauch an Glühkörpern bei Anwendung von Glühlichtbrennern ist zunächst noch ein ziemlich bedeutender; dieselben sind kaum länger als 150 Brennstunden zu gebrauchen. Infolge ihrer Kleinheit leiden sie übrigens verhältnismäfsig wenig durch die Strafsenstöfse.

Es ist zweckmäfsig, die Brenner mit Hahn nicht direkt auf die

---

[1]) Vergl. S. 662, 663.

Brennertülle aufzuschrauben, sondern dazwischen einen Regulierhahn einzulegen, der nur so weit geöffnet wird, dafs bei völliger Öffnung des Brennerhahns eine stets gleich grofse Flamme erhalten wird.

Betrieb und Bedienung der Zentrale.

Der wirtschaftliche Erfolg einer Acetylenzentrale ist abhängig nicht nur von einer sachgemäfsen Ausführung der ganzen Anlage, sondern auch in nicht geringerem Mafse von den Bedingungen, unter denen die Anstalt betrieben wird.

Für die Art der Betriebsführung kommen hauptsächlich zwei Möglichkeiten in Betracht. Die eine besteht darin, dafs der Erbauer der Gasanstalt Besitzer bleibt und den Betrieb derselben auf eigene Rechnung betreibt, die andere, dafs die Zentrale auf Kosten eines Dritten erbaut und betrieben wird. Dieser Dritte kann entweder die Gemeinde oder eine einzelne Person oder auch eine Gesellschaft sein, im letzteren Falle unter Umständen unter Beteiligung der Gemeinde, des Erbauers, der Konsumenten u. s. w. Alle diese Fälle werden weiter unten [1]) ausführlich erörtert werden. Hier sollen lediglich die Umstände besprochen werden, die bei Abschlufs von Verträgen einerseits zwischen Auftraggeber (Besitzer) und Erbauer, andererseits zwischen Gemeinde und Besitzer Berücksichtigung finden müssen, wenn ein wirtschaftlich lohnender Betrieb möglich sein soll, und ferner die Bedingungen, unter denen Betrieb und Bedienung einer Zentrale zu erfolgen haben. Sollte die Gemeinde selbst den Betrieb leiten, so fallen die diesbezüglichen Vereinbarungen natürlich fort, immerhin bieten dieselben auch in solchen Fällen einen Anhalt für die Gestaltung des Betriebes.

Der Betrieb einer Acetylenzentrale kann nur dann ein wirtschaftlich rationeller sein, wenn er mit einer sie vor jeder Konkurrenz schützenden Konzession verbunden ist. Es ist deshalb unumgänglich notwendig, dafs die Zentrale als ausschliefsliche konzessioniert wird, d. h. die Gemeinde, in deren Bezirk die Beleuchtung eingeführt werden soll, mufs die Verpflichtung übernehmen, keinerlei andere Konzession für zentrale Beleuchtungsarten zu erteilen (Elektrizität, Steinkohlengas u. s. w.) und demgemäfs auch keinem Dritten zu gestatten, über die ihr gehörigen Strafsen, Plätze u. s. w. Leitungen zu legen, die zur Fortleitung eines beliebigen Leuchtmaterials (Steinkohlengas, Petroleum u. s. w.) oder in Licht umsetzbarer Energie (Elektrizität) dienen können. Die gleiche Verpflichtung hat die Gemeinde auch für sich einzugehen.

Da die Lichtversorgung der Städte gleichzeitig mit einer zentralen Versorgung von Kraft und Heizenergie verbunden ist, so ist es zweckmäfsig, wenn auch bezüglich dieser die gleichen Vereinbarungen getroffen werden.

---

[1]) Vergl. S. 689 u. flgde.

Ferner mufs dem Unternehmer gestattet sein, die zur Erreichung des Zweckes, nämlich des Baues und Betriebes einer Zentralanlage nötigen Vorkehrungen unbehindert zu treffen, d. h. das zum Gasanstaltsbau nötige Terrain zu erwerben, die Erd- und Maurerarbeiten auszuführen u. s. w. Hierbei mufs er derart gesichert sein, dafs die Gemeinde nicht nur die Ausführung dieser Arbeiten gestattet, sondern auch den Erbauer gegen etwaige Ansprüche der Anwohner, Anlieger u. s. w. vertritt und hierfür einsteht.

Im Konzessionsvertrage sind ferner diejenigen Umstände vorzusehen, die eine Störung der bisher gehandhabten öffentlichen Ordnung während des Baues verursachen können. Es mufs die Frage geregelt werden, in welcher Weise die provisorische Beleuchtung stattfinden soll während der Zeit, in der die alte Beleuchtung schon entfernt ist, die neue dagegen noch nicht funktioniert, ferner, wie eine Sicherung des Verkehrs in den Strafsen vor sich gehen soll, in denen Erd- u. s. w. Arbeiten ausgeführt werden. Auch hier mufs unzweideutig die Pflicht der konzessionierenden Gemeinde ausgesprochen werden, den konzessionierten Unternehmer gegen etwaige Ansprüche Dritter zu schützen.

Nicht nur der Bau der Anstalt u. s. w. mufs unbehindert stattfinden, auch der Betrieb darf nicht gestört sein. Es ist deshalb wichtig, in der Konzessionsurkunde die Frage zu regeln, in welcher Weise die Wasserversorgung der Anstalt und die Entfernung des Schlammes stattfinden soll. Ferner mufs dem Unternehmer das Recht eingeräumt werden, notwendige Ausbesserungen u. s. w. nach vorangegangener Anmeldung binnen einer bestimmten Zeit bezw. in dringenden Fällen sofort und ohne vorherige Benachrichtigung ausführen zu dürfen und ohne dafs hieraus von Dritten irgend welche Schadenersatzansprüche hergeleitet werden können.

Auch die Frage der öffentlichen Beleuchtung, der Besteuerung seitens der Gemeinden u. s. w. mufs eine Regelung bei der Konzessionierung erfahren. Gewöhnlich handelt es sich beim Bau von Acetylenzentralen um Beleuchtung von Ortschaften, in denen die Gemeinde selbst Hauptabnehmer des Gases ist. Um nun eine wirtschaftlich gesicherte Grundlage für die Anstalt zu schaffen, ist es üblich, dafs die Gemeinde sich zur Entnahme von Gas aus der Zentrale für die öffentliche Beleuchtung (Strafsenlaternen, Rathaus, Schulen u. s. w.) verpflichtet und ferner etwaige Steuern, Zölle und dergl. für die Dauer der Konzession erläfst.

Gegen Einräumung dieser Konzessionen, welche, wenn die Gemeinde die Gasanstalt betreibt, als Betriebsregel dienen können, mufs sie berechtigt sein, zu verlangen, dafs die Zentrale in einer Weise erbaut und betrieben wird, die sowohl ihr als auch den Einwohnern einen stets regulären Bezug guten, gleichmäfsigen Lichts (bezw. Heiz- und Kraftgases) gestattet. Deshalb kann und soll die Gemeinde in allen Fällen fordern, dafs die ganze Anlage nach den besten technischen Grund-

sätzen errichtet wird, gleichgültig, ob sie dieselbe selbst übernimmt oder den Betrieb einem Unternehmer überläſst.

Der Gemeinde muſs deshalb zum mindesten ein Abnahmerecht zugestanden werden, welches sich auf Prüfung der ganzen Anlage bezüglich aller solcher Bedingungen zu erstrecken hat, die auch für denjenigen von Wichtigkeit sind, der die Anlage auf seine Kosten durch einen Dritten erbauen läſst.

Es kommen hierbei zunächst in Betracht die für eine Acetylenzentrale geltenden sicherheitstechnischen Vorschriften.

Die Anstalt und die Apparatur muſs in diesen Beziehungen allen Bedingungen entsprechen, die vom Gesetz bezüglich Errichtung, Isolierung von anderen Räumen und Gebäuden, Bau des Carbidlagers, Beleuchtung, Beheizung u. s. w. gefordert werden.

Auch in technischer Hinsicht sind alle diejenigen Umstände zu berücksichtigen, die, wie bei den einzelnen diesbezüglichen Kapiteln ausgeführt wurde, für einen ununterbrochenen, technisch vollendeten Betrieb von Wichtigkeit sind, nämlich genügende und auch für die zukünftige Entwickelung ausreichende Dimensionierung, Verwendung entsprechender Materialien, zweckmäſsige Anlage (auch bezüglich der Umlaufleitungen), Errichtung von Vorrichtungen zur Vermeidung der Bildung von Gas-Luft-Gemischen und dergl. mehr.

Bezüglich des Rohrnetzes ist eine derartige Verlegung zu verlangen, daſs an sich keine Störungen, namentlich der öffentlichen Beleuchtung, stattfinden, und ferner, daſs Teile der Leitung bei Bedarf (Feuersbrunst oder dergl.) abgestellt werden können, ohne daſs die übrige Anlage auſser Betrieb kommt, d. h. es muſs eine sachgemäſse Anordnung der Wassertöpfe, Schieber, Umlaufleitungen u. s. w. vorhanden sein.

Die Solidität der Anlage ist ebenfalls eine Bedingung, der seitens des Erbauers entsprochen werden muſs, und zwar nicht nur, weil dies eine selbstverständliche Forderung des Auftraggebers ist, sondern auch in Berücksichtigung der öffentlichen Ansprüche. Es liegt im Interesse der Gemeinde, daſs Ausbesserungen u. s. w. möglichst selten ausgeführt werden, weil jede solche Arbeit mit der Störung des Verkehrs verbunden ist. Eine Anlage ist aber um so weniger Ausbesserungen unterworfen, je stabiler und sorgsamer sie errichtet wurde.

Bezüglich der Ausführung der Apparate sind, wenn entsprechende Vereinbarungen getroffen werden sollen, diejenigen Punkte in Hinsicht auf Gröſse, Material, Schutzanstrich, Anlage und Anordnung zu beachten, die in den vorhergehenden Kapiteln als wesentlich bezeichnet worden sind. Der Erbauer hat die gute Funktion der Apparate für eine gewisse, nicht geringere als fünfjährige Dauer zu garantieren und nötigenfalls dafür eine Kaution zu hinterlegen.

Für Dauerhaftigkeit und Dichtheit des Rohrnetzes ist gleichfalls Garantie zu verlangen. Dieselbe hat sich darauf zu erstrecken, daſs innerhalb eines gewissen Zeitraumes (drei bis fünf Jahre) die durch die

natürliche Abnutzung notwendig werdenden Erneuerungen u. s. w. von dem Erbauer kostenlos auszuführen sind, und ferner, daſs der Gasverlust innerhalb derselben Dauer, die sachgemäſse Instandhaltung der ganzen Anlage und regulärer Anstaltsbetrieb vorausgesetzt, ein gewisses Maximum nicht übersteigt.

Mehrfach hat man den gestatteten Gasverlust in Prozenten des Gaskonsums ausgedrückt. Dies ist aber durchaus unzulässig, denn der Gasverlust hängt vom Konsum nicht ab, ist vielmehr ohne Rücksicht auf denselben nur von der Länge der Leitung, dem Druck des Gases und dem Grade der Undichtigkeit der Leitung abhängig. Es ist deshalb lediglich zulässig, den Gasverlust in einer direkten Zahl auszudrücken, und wird im allgemeinen angenommen, daſs eine neu verlegte Leitung sofort bei der Abnahme auf je 1 km und Stunde bei einem Druck von 100 bis 120 mm nicht mehr als 10 Liter Gas austreten läſst, im ständigen, jedoch stets kontrollierten, regulären Gebrauche nicht mehr als 20 Liter unter denselben Verhältnissen.

Es erscheint zweckmäſsig, schon bei Erteilung der Konzession mit dem Unternehmer zu verabreden, unter welchen Bedingungen Gas an Gemeinde und Private abgegeben wird. Ist die Gemeinde selbst Unternehmerin, so erscheint die Klarstellung dieses Verhältnisses gleichfalls von Wichtigkeit. Zu diesem Zwecke ist es notwendig, in dem Vertrage festzulegen, welche Straſsen von vornherein Anschlüsse erhalten müssen, wo die öffentlichen Laternen aufgestellt werden sollen und fernerhin, unter welchen Bedingungen eine Vergröſserung der Leitung, d. h. Verbreitung des Rohrnetzes stattzufinden hat.

Bezüglich der ersteren Bedingungen entscheiden lediglich Zweckmäſsigkeitsgründe, bezüglich der letzteren wird für gewöhnlich angenommen, daſs der Gasanstaltsunternehmer das Recht hat, die Leitung nach Belieben zu vergröſsern, daſs er dagegen hierzu verpflichtet ist, wenn auf je 1 km Entfernung ein Anschluſs von 100 Flammen zu durchschnittlich 15 Liter Stundenverbrauch zur Anmeldung gelangt.

Die Abgabe des Gases für die öffentliche Beleuchtung erfolgt, da eine Messung der hierzu erforderlichen Menge unthunlich erscheint [1]), auf die Weise, daſs nach freier Vereinbarung eine bestimmte Anzahl von Laternen eine bestimmte Stundenzahl im Laufe des Jahres brennt und hierfür ein fester Betrag gezahlt wird. Die Feststellung der Gröſse der hierbei zu verwendenden Brenner geschieht zweckmäſsig nicht nach deren Konsum, sondern nach deren Leistungsfähigkeit (Helligkeit). Denn es kann wohl vorkommen, daſs die öffentliche Beleuchtung trotz des Verbrauches der hierzu bestimmten Gasmenge infolge schlechter Beschaffenheit des Gases oder mangelhafter Konstruktion der Brenner eine unzureichende ist. Da aber das Interesse der Gemeinden lediglich darin zu suchen ist, eine ausreichende Beleuchtung

---

[1]) Vergl. S. 687.

zu erhalten, so ist es zweckentsprechend, die festgestellte Leuchtkraft als Einheit in Betracht zu ziehen. Natürlich mufs infolge der Ungleichmäfsigkeit der käuflichen Brenner, auch bester Fabriken und derselben Sorten [1]), hierin eine gewisse Latitude gewährt werden, die aus diesen praktischen Gründen mit 10 Proz. anzunehmen ist.

Die Brenndaüer der öffentlichen Flammen richtet sich nach dem aufzustellenden Brennkalender, welcher gewöhnlich derart eingerichtet wird, dafs die Zündung der Laternen eine Stunde nach dem kalendermäfsigen Sonnenuntergang stattfindet, während die Löschzeit sich nach den jeweiligen Verhältnissen richtet. In den für Acetylenbeleuchtung in Betracht kommenden Ortschaften wird gewöhnlich der gröfste Teil der Laternen um 11 Uhr gelöscht, ein geringerer Teil um 12 Uhr und ein kleiner Rest an besonders wichtigen Punkten (Markt u. s. w.) bei Eintritt der Morgendämmerung, d. h. eine Stunde vor dem kalendermäfsigen Sonnenaufgang.

In manchen Orten wird während der Zeit des Vollmondes kein Gas gebrannt, eine Sitte, die zu verwerfen ist, weil auch in dieser Periode bei regnerischem Wetter Dunkelheit herrschen kann. Es ist deshalb zweckmäfsiger, die Zündung der Laternen an solchen Abenden nur dann zu unterlassen, wenn ausreichend Mondlicht vorhanden ist, und für diese Zeit einen gewissen, nach Brennstunden zu berechnenden Abzug von der vereinbarten Pauschalsumme festzustellen.

Der Brennkalender wird für die Mondabende nach folgenden Regeln aufgestellt: Die regulär eine Stunde nach kalendermäfsigem Sonnenuntergang angezündeten Laternen werden im Januar, November und Dezember $2^1/_2$ Stunden, im Februar, März und Oktober 2 Stunden, April und September $1^1/_2$ Stunden, Mai und August 1 Stunde und Juni und Juli $^1/_2$ Stunde nach kalendermäfsigem Mondaufgang ausgelöscht. Da nun aber der Mondaufgang meist früher als $1^1/_2$ Stunden vor Sonnenuntergang stattfindet, so werden die gewöhnlichen Laternen meist nicht angezündet; die Nachtlaternen dagegen, welche die ganze Nacht zu brennen haben, werden nunmehr nicht 1 Stunde nach Sonnenuntergang, sondern $1^1/_2$ bis 1 Stunde vor dem kalendermäfsigen Monduntergang angezündet und bis 1 Stunde vor Sonnenaufgang gebrannt.

Die Abgabe des Gases, abgesehen von dem zur Strafsenbeleuchtung benutzten, erfolgt durch geaichte Gasmesser, wie dies im Kapitel „Hausinstallationen" [2]) ausgeführt wurde. Die Feststellung des Preises geschieht nach der Menge des verbrauchten Gases. Es erscheint zweckmäfsig, für Heiz- und Kraftgas billigere Einheitspreise anzusetzen als für Leuchtgas und ferner Rabattsätze zu bewilligen, die mit zunehmendem Gasverbrauch bis zu einer gewissen Höhe steigen. Eine Verpflichtung zur Lieferung von Gas kann für den Unternehmer nur insoweit bestehen, als es sich um Lieferung einer Energiequelle für

---

[1]) Vergl. S. 375 u. f., sowie weiter unten S. 688. — [2]) Vergl. S. 636 bis 648.

Licht, Wärme und Kraft handelt. Es mufs dem Unternehmer deshalb überlassen sein, die Art dieser Energie zu ändern, also z. B. unter Umständen vom Acetylen zum carburierten Acetylen überzugehen, wenn er wirtschaftliche Vorteile dadurch erreicht, nur darf natürlich hierbei weder die Sicherheit der Anlage, noch der Einheitspreis für Licht, Wärme und Kraft geändert bezw. erhöht werden, noch dürfen irgendwelche nennenswerten Störungen durch Neuanlagen entstehen oder dadurch Neuanschaffungen von Licht-, Heiz- und Kraftkörpern erforderlich werden, eventl. müssen letztere kostenlos für den Konsumenten erfolgen.

In den Konzessionsverträgen u. s. w. ist ferner zu bestimmen, was geschehen soll, falls der Unternehmer nicht mehr die Anlage betreiben will oder kann, und wenn die Konzession ein Ende erreicht. Im ersteren Falle mufs es der Gemeinde gestattet sein, abgesehen von der Geltendmachung aller ihr zustehenden Regrefsansprüche, die Anstalt unter Benutzung aller getroffenen Einrichtungen weiter auf eigene Kosten, jedoch zu Lasten des Unternehmers zu betreiben; im anderen Falle mufs der Gemeinde das Recht eingeräumt werden, entweder unter bestimmten Bedingungen die Anlage zu übernehmen oder auch andere Beleuchtungskonzessionen zu erteilen.

Es ist selbstverständlich, dafs sogen. force majeure (Streiks, Naturereignisse u. s. w.) von der Einhaltung der Verpflichtung zur Gaslieferung und Gasabnahme entbindet.

Die meisten der hier vorgezeichneten Bedingungen zum Betriebe einer Acetylenzentrale sind, wenn die Gemeinde selbst Unternehmerin ist, nur zum Teil mafsgebend, nämlich insoweit, als hierdurch das Verhältnis der Gemeinde zum Erbauer der Anlage (Lieferanten) geregelt wird; sonst sind sie jedoch auch insofern in solchen Fällen von Wert, als sie die Forderungen bezeichnen, die an einen regulären Betrieb gestellt werden müssen, gleichgültig, wer der Unternehmer ist.

Es wären nunmehr diejenigen Betriebsregeln festzustellen, welche eingehalten werden müssen, um eine stets leistungsfähige, den oben gestellten Forderungen jederzeit entsprechende Anlage zu erhalten.

Dazu gehört in erster Reihe ein regulärer Gasanstaltsbetrieb. Im besonderen mufs die jederzeit notwendige, mit der Jahreszeit wechselnde Acetylenmenge stets in der vorgeschriebenen Zeit im gebrauchsfertigen, abgabefähigen Zustande hergestellt werden unter Wahrung der für das betreffende Entwickelungssystem gegebenen Bedienungsvorschriften. Es ist deshalb notwendig, dafs stets ein ausreichender Vorrat an Carbid [1]), Reinigungsmasse u. s. w. vorhanden ist und alles rechtzeitig ergänzt wird. Die Gaserzeugung mufs bei Aufspeicherung des Acetylens stets am Tage erfolgen; mit der Gasmachung mufs so früh begonnen werden, dafs dieselbe beendigt ist, ehe die Beleuchtungszeit eintritt, so dafs noch die übrigen Anstaltsarbeiten erledigt werden können.

---

[1]) Vergl. S. 489.

Vor Beginn der Gasmachung ist die nötige Carbidmenge aus dem Lager nach der Anstalt zu schaffen, das Wasserreservoir mufs mit Wasser gefüllt werden u. s. w. Die Entwickler müssen vollkommen betriebsbereit sein, d. h. es müssen nötigenfalls die Rückstände einer oder mehrerer voraufgegangener Gasungsperioden aus dem Apparate entfernt sein.

Die Entfernung des Schlammes soll je nach Bedarf[1]) erfolgen, d. h. wenn das Schlammwasser nicht mehr als Zersetzungswasser dienen kann, ohne dafs man Gefahr läuft, dafs unzersetzte Carbidstücke zurückbleiben. Bei Apparaten nach dem Zulaufsystem [2]) mufs der Schlamm jedesmal entfernt werden, wenn die zur Vergasung bestimmte, in den Apparat eingebrachte Carbidmenge zersetzt ist.

Bei Apparaten, bei denen der Schlammablafs durch ein Ventil, Schieber oder dergl. stattfindet, mufs für eine Entfernung der festen, unvergasten Rückstände durch Reinigung der Apparate vermittelst der Mannlöcher u. s. w. Sorge getragen werden.

Die Qualität des zur Zersetzung gelangenden Carbides mufs stets an der Gasuhr oder dem Gasbehälter kontrolliert werden.

Der Kondensator (Kühler) mufs von mitgerissenem Kalkschlamm von Zeit zu Zeit befreit werden, alle Waschwasser u. s. w. sollen auf ihre Beschaffenheit vor jeder Gasmachung kontrolliert und nötigenfalls erneuert werden.

Die Gaserzeugung mufs schnell, jedoch ohne Überhastung und ohne Überlastung vor sich gehen. Die Manometerhöhen sind hierbei stets zu beachten und mufs die Arbeit so reguliert werden, dafs aus den Sicherheitsrohren u. s. w. kein Gas entweicht.

Das Gas darf nur im reinen Zustande abgegeben werden, nötigenfalls ist die Reinigungsmasse zu erneuern. Die Prüfung auf ordnungsmäfsige Reinigung wird mit Silbernitratpapier vorgenommen. Man taucht Fliefspapier in eine 5- bis 10 prozentige Lösung von Silbernitrat (salpetersaures Silber) und hält es 5 bis 10 Sekunden vor das ausströmende Gas; das Papier mufs weifs bleiben oder darf sich doch nur ganz schwach bräunen, während eine stärkere Bräunung oder gar eine Schwärzung die Anwesenheit gröfserer Mengen von Phosphorwasserstoff, d. h. eine ungenügende Gasreinigung anzeigen, so dafs eine Erneuerung der Reinigungsmasse erforderlich ist. Das Gas darf auch angefeuchtetes rotes Lackmuspapier nicht blau färben (Ammoniak), sonst ist die Waschung eine unwirksame. Die Prüfung hat, wenn sie am Tage ausgeführt wird, nicht am Reiniger selbst zu erfolgen, da sich in demselben ruhendes Gas befindet, das durch eine sonst mangelhafte Reinigungsmasse infolge längerer Berührung mit derselben gereinigt werden kann. Es ist zweckmäfsig, das Gas auf Reinheit während der Brennperiode an einem beliebigen Brenner zu untersuchen.

---

[1]) Vergl. S. 541. — [2]) Vergl. S. 523, sowie ferner auch S. 277.

Die Überlauftöpfe, Manometer, Wasserverschlüsse u. s. w. sind stets mit Wasser gefüllt zu halten. Wassertöpfe, Kondenstöpfe und ähnliche Apparate müssen in angemessenen Zwischenräumen entleert werden. Vor jeder Gasmachung muſs man sich von der ordnungsmäſsigen Beschaffenheit dieser Apparate überzeugen. Der Flüssigkeitsstand im Druckregler, Gasmesser und Gasbehälter ist öfters zu prüfen.

Sind Sicherheitsventile oder dergl. angebracht, so muſs man sich auch von deren vorschriftsmäſsiger Funktion überzeugen.

Sämtliche in der Gasanstalt befindlichen Schieber, Hähne u. s. w. müssen, auch wenn sie nicht benutzt sind, alle acht Tage auf richtige Funktionsfähigkeit geprüft, nötigenfalls geschmiert, gedichtet oder sonstwie in stand gesetzt werden. Nach erfolgter Gasmachung ist die Gasanstalt zu reinigen. Dies gilt namentlich auch für die Schlammwege u. s. w. In der Anstalt ist eine gewisse Carbidmenge zu belassen, ebenso muſs das zu deren Zersetzung nötige Wasser vorhanden sein. Alle Gaserzeugungsapparate müssen im betriebsfertigen Zustande verbleiben, um nötigenfalls auch bei Nacht Gas bereiten zu können.

Die Beleuchtung der Anstalt, vornehmlich aber diejenige des Apparatraumes, muſs bei Eintritt der Dunkelheit in Funktion gebracht und bis zum Auslöschen aller Straſsenlaternen darin belassen werden. Erfolgt die Beleuchtung mit Acetylen, so ist stets Reservebeleuchtung bereit zu halten [1]).

Die Heizung der Gasanstalt muſs bei Eintritt von Frostwetter so früh erfolgen, daſs ein Einfrieren der Apparate unmöglich wird.

Ebenso wie die Gasanstalt und die darin aufgestellten Apparate muſs auch das Verteilungsnetz u. s. w. stets auf richtige Funktion und zweckmäſsige Instandhaltung geprüft werden.

Das Rohrnetz muſs alle Monat einmal auf Dichtigkeit untersucht werden. Zu diesem Zwecke beobachtet man am Tage, nachdem man Sorge getragen hat, daſs keinerlei Gasverbrauch in den Häusern u. s. w. stattfindet, oder in den frühen Morgenstunden den Durchgang des Gases am Stationsgasmesser. Derselbe gibt dann den stattfindenden Verlust an. Ist letzterer gröſser, als dem normalen Verlust entspricht, so wird die Undichtigkeit aufgesucht durch Untersuchung der oben [2]) erwähnten Riechröhren oder der Kappen der Wassertöpfe und Schieber. Ist eine solche Untersuchung resultatlos verlaufen, so wird die Leitung zwischen je zwei abgesperrten Wassertöpfen, Schiebern u. s. w. auf Dichtigkeit untersucht, und zwar unter Verwendung eines kleinen, mit Acetylen gefüllten Gasbehälters (Apparates), der an den geöffneten Hahn einer in diesem Abschnitt befindlichen Straſsenlaterne angeschlossen wird; das Fallen der Gasbehälterglocke zeigt den in diesem Abschnitt stattfindenden Gasverlust an. Nunmehr wird alle 5 bis 10 m bis an das Straſsenrohr hinab ein eisernes Zollrohr eingetrieben, die Un-

[1]) Vergl. S. 518. — [2]) Vergl. S. 634.

dichtigkeit zeigt sich nun durch den Geruch des entströmenden Acetylens an. An dieser Stelle wird die Leitung ausgegraben, durch Abpinseln mit Seifenwasser die undichte Stelle festgestellt und diese entweder durch Auswechslung des undichten Teiles oder durch Neudichtung beseitigt. Eine Entzündung des Acetylens an den Riechröhren oder beim Aufsuchen der Undichtigkeit ist unter allen Umständen unstatthaft.

Die im Rohrnetz befindlichen Wassertöpfe müssen alle Woche darauf untersucht werden, ob sich in ihnen Wasser angesammelt hat; nötigenfalls mufs solches entfernt werden. Die Absperrschieber sind alle 14 Tage auf ordnungsmäfsige Funktion zu prüfen. Die Gläser der öffentlichen Laternen sind mindestens alle zwei Wochen zu putzen. Gewöhnliche Brenner müssen alle Monat, Glühlichtbrenner alle 14 Tage durchgeblasen werden, um sie vom Staube zu reinigen.

Mindestens alle vier Wochen sind die Gasmesser auf vorschriftsmäfsige Füllung und Aufstellung zu prüfen.

Das Anzünden und Auslöschen der Laternen hat vertragsmäfsig in der vereinbarten Zeit zu erfolgen. Dafür wird zweckmäfsig derjenige Zeitpunkt festgesetzt, zu dem einerseits das Anzünden beendet sein mufs, andererseits mit dem Auslöschen begonnen wird.

Die Ausführung der Installationen (Hausanschlüsse u. s. w.) soll mit thunlichster Beschleunigung nach erfolgter Anmeldung stattfinden, falls dies seitens der Anstalt geschieht. Die Errichtung von Neuinstallationen soll stets so erfolgen, dafs eine Beimengung von Luft zum Gase in der Leitung vermieden wird. Zu diesem Zwecke werden die Anschlüsse zweckmäfsig unter Druck verlegt. Bei gufseisernen Rohren werden hierbei geeignete Anbohrapparate verwendet. Zu diesem Zwecke wird um das Rohr eine Schelle und auf das Zweigstück derselben ein Hahn gelegt, durch das Küken desselben wird dann das Hauptrohr angebohrt, hierauf der Hahn geschlossen und bis zu demselben die Leitung verlegt.

Bei schmiedeeisernen Leitungen wird zweckmäfsig an der abzuzweigenden Stelle das durch einen Hahn verschlossene Anschlufsstück angebracht und sodann die Leitung bis zu diesem Hahne gelegt.

Die Ingebrauchnahme einer neu verlegten Zweigleitung darf erst dann erfolgen, wenn dieselbe vollständig mit Gas gefüllt ist. Zu diesem Zwecke wird das Ende der Leitung geöffnet, indem man das ausströmende Acetylen-Luft-Gemenge unter Beobachtung der nötigen Vorsichtsmafsregeln ins Freie leitet. Glaubt man nach dem Geruch annehmen zu dürfen, dafs in der Hauptsache nur noch Acetylen ausströmt, so wird das Ende geschlossen und die Brenner werden angezündet und so lange gebrannt, bis die Flammen hell leuchtend sind. Es ist durchaus zu vermeiden, Brenner abzuschrauben und das ausströmende Gas anzuzünden, wie überhaupt ganz allgemein die Entzündung irgendwie nicht aus Brennern ausströmenden Gases durchaus unstatthaft ist.

Bei Inbetriebsetzung einer Zentralanlage ist es zweckmäfsig, Gas-

erzeugungsapparate und Leitung vor Beginn der ersten Entwickelung mit Kohlensäure zu füllen und nach erfolgter Gasentwickelung dann erst das Acetylen an den Brennern anzuzünden, wenn es sich durch den Geruch bemerkbar macht. Bezüglich der sonstigen, nicht technischen Gestaltung des Betriebes der Zentrale ist das Hauptsächlichste bereits oben [1]) erörtert worden. Hier sei nur noch folgendes bemerkt:

Es ist ratsam, die Leitungen nur bis zu den Häusern zu verlegen und die Gasmesser aufzustellen, die Ausführung der Inneninstallation dagegen dem örtlichen Installateur eventl. unter Verwendung des von der Anstalt zu liefernden Materials zu überlassen, falls hierzu geeignete Personen vorhanden sind. Die Lieferung des zur Beleuchtung verwendeten Materials (Kronen, Lyren, Brenner, Strümpfe u. s. w.) findet zweckmäfsig von der Anstalt, eventl. durch Vermittelung ortsansässiger, sachverständiger Zwischenhändler statt.

Der Betrieb der Gasanstalt wird einem Gasmeister übergeben, der genaue Instruktion erhält und dessen Kenntnisse in der Funktion und Bedienung der Apparate u. s. w. vom Erbauer geprüft worden sind. Der Gasmeister hat die nötigen Hilfskräfte zu stellen — soweit solche noch erforderlich sind — und für diese sowohl als auch die Innehaltung aller Betriebs- und gesetzlichen Vorschriften die Verantwortung zu übernehmen. Der Betrieb der Gasanstalt ist durch geeignete Kontrollbücher u. s. w. stets übersichtlich zu gestalten.

Die Einziehung der Rechnungen für geliefertes Gas erfolgt zweckmäfsig in kurzen Zwischenräumen, am besten monatlich [2]); die Gasmesser werden mietweise überlassen und ist die Miete gleichfalls monatlich einzuziehen.

Der ganze Betrieb soll darauf zugeschnitten sein, die Konsumenten stets durch Lieferung besten Gases, pünktliche Bedienung u. s. w. zufrieden zu stellen. Damit wird der gröfste Anstofs zur Anmeldung neuer Anschlüsse und zur gedeihlichen wirtschaftlichen Entwickelung der Anlage gegeben.

Acetylenzentralen in Deutschland.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind alle in Deutschland bestehenden Zentralen aufgeführt, soweit sie zur Beleuchtung ganzer Städte und Ortschaften dienen. Fabrik- und Blockzentralen, von denen Hunderte existieren, sind nicht berücksichtigt worden, ferner sind auch eine Reihe gröfserer Acetylenanlagen nicht mit aufgeführt, welche die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke als „Acetylengasfabriken“ bezeichnet, wie z. B. diejenige der „Heimstätte für Genesende“ bei Berlin, des Prinzen Hermann zu Stolberg-Wernigerode in Schlofs Radenz (Posen), des Bades Boll in Württemberg u. a. m., weil sie — streng genommen — nicht als Ortszentralen anzusehen sind.

---

[1]) Vergl. S. 458 bis 468. — [2]) Vergl. S. 467.

Bemerkt sei, dafs alle Zentralen mit einem Apparathause versehen sind, mit Ausnahme derjenigen in Rönsahl[1]) und Hinsbeck[2]), wo die Apparate im Freien stehen und lediglich zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit einem Dach überbaut sind. Wir hatten keine Gelegenheit, diese beiden Zentralen im Betriebe zu sehen, müssen aber trotzdem unter allen Umständen unser Urteil[3]), nach welchem eine solche Aufstellung im Freien aus sicherheitstechnischen Gründen zu verwerfen ist, aufrecht erhalten. Ferner besitzen alle Zentralen eine Heizvorrichtung[4]) zum Schutz gegen das Einfrieren, mit Ausnahme derjenigen in Grofsen-Linden[5]), wo man sich durch Verwendung von Flörsheimer Gefrierschutzflüssigkeit[6]) zu helfen sucht.

Von fast sämtlichen Zentralen, soweit sie schon im Oktober 1902 im Betriebe waren, ist die im November 1902 verbrauchte Gasmenge — einschliefslich der Gasverluste — angegeben. Weiter unten wird an der Hand der Verbrauchsziffern einer Reihe von Zentralen in den einzelnen Monaten des ganzen Jahres gezeigt werden, wie man daraus annähernd den gesamten Jahresverbrauch ermitteln kann. Die Angaben über Zahl der Einwohner und der Häuser entsprechen in allen Fällen den bei der allgemeinen Volkszählung am 1. Dezember 1900 ermittelten und stützen sich ausnahmslos auf amtliche Angaben. Die Reihenfolge der Zentralen ist nach der Zeit der Betriebseröffnung gewählt worden.

Name der Zentrale	Auf 1000 Einwohner kommen Rohrnetz m	Auf 1000 Einwohner kommen Strafsenlaternen	Auf 1000 m Rohrnetz kommen Strafsenlaternen	Auf 1000 m Rohrnetz kommen insgesamt Flammen	Durchschnittliche Entfernung der Strafsenlaternen voneinander m	Auf 1000 Einwohner sind angeschlossene Gebäude	Auf 1000 angenommene Gebäude sind angeschlossene Gebäude	Auf ein angeschlossenes Gebäude kommen im Durchschnitt Flammen	Gesamtgasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, auf je 1000 Einwohner im Monat November 1902 cbm
Strelitz	1490	22,2	14,8	134	67,4	22,8	227	7,5	298
Schönsee	947	10,9	11,5	102	87,0	16,6	203	5,1	103
Oliva	877	15,6	17,8	113	56,1	4,6	75	16,5	93
Guttstadt . . .	1630	13,3	8,1	43	123,0	9,6	116	6,0	119
Johannisburg . .	2000	17,4	8,7	62	114,8	14,9	209	7,1	209
Passenheim . .	1172	9,9	8,4	76	119,0	11,3	92	7,1	55
Sensburg . . .	1362	14,1	10,4	86	96,1	10,7	150	9,7	190
Allendorf-Sooden	2415	42,3	17,5	98	57,0	25,6	135	7,0	233
Grofsen-Linden .	1439	20,1	14,0	82	71,4	22,3	138	4,3	188
Treptow a. T. .	1670	20,5	12,3	83	81,6	21,9	159	5,2	204
Herzberg a. H. .	2706	30,3	11,2	61	89,3	25,7	181	5,2	205
Ratzebuhr . . .	1333	49,8	12,0	49	83,3	9,3	92	5,3	92
Pillkallen . . .	1167	11,7	10,2	277	97,8	24,9	42	12,5	309

[1]) Vergl. S. 673. — [2]) Vergl. S. 675. — [3]) Vergl. S. 498. — [4]) Vergl. S. 490 und S. 498. — [5]) Vergl. S. 665. — [6]) Vergl. S. 354.

Name der Zentrale	Auf 1000 Einwohner kommen Rohrnetz m	Auf 1000 Einwohner kommen Strafsenlaternen	Auf 1000 m Rohrnetz kommen Strafsenlaternen	Auf 1000 m Rohrnetz kommen insgesamt Flammen	Durchschnittliche Entfernung der Strafsenlaternen voneinander m	Auf 1000 Einwohner sind angeschlossene Gebäude	Auf 1000 angenommene Gebäude sind angeschlossene Gebäude	Auf ein angeschlossenes Gebäude kommen im Durchschnitt Flammen	Gesamtgasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, auf je 1000 Einwohner im Monat November 1902 cbm
Sulzburg	3778	40,3	10,7	81	93,7	61,2	403	4,8	459
Ellerbeck . . .	1140	15,2	13,3	112	74,9	12,9	126	8,8	190
Pr. Friedland . .	2128	19,7	9,3	83	108,1	14,5	146	10,7	161
Peiskretscham .	1441	16,3	11,3	81	88,6	13,5	140	7,6	129
Frauenburg . .	1765	13,6	7,7	57	129,4	11,2	111	7,4	106
Kirchditmold . .	2270	26,9	11,9	59	84,1	14,9	199	6,8	224
Arys	1175	12,9	11,1	195	90,5	15,5	221	14,0	167
Bischofswerder .	1611	15,1	9,4	61	106,5	14,6	164	5,7	131
Daaden	1810	14,6	8,0	103	124,1	59,3	420	2,9	192
Hafsfurt	2409	30,5	12,7	441	78,9	50,2	328	20,0	439
Neukirch . . .	1544	14,0	9,0	143	111,1	23,1	236	9,3	372
Grimmen . . .	1491	15,7	10,6	85	94,7	22,9	171	4,8	181
Zwischenahn . .	5371	36,5	6,8	127	147,1	47,2	373	13,6	636
Gnadenfeld . . .	3171	38,1	12,0	179	83,3	42,3	426	12,5	567
Schlochau . . .	1369	16,7	12,1	106	82,3	20,5	207	6,3	181
Achim	3872	26,6	7,8	62	145,4	25,9	170	7,8	—
Dannenberg . .	3161	20,0	6,3	59	158,0	37,8	304	4,4	—
Langenargen . .	2745	21,1	7,7	116	129,6	47,1	323	6,3	200
Opalenitza . . .	802	11,5	14,4	98	69,4	9,6	115	7,0	88
Runkel	2325	20,5	8,8	—	113,6	58,6	307	—	418 [1]
Döse	3712	52,9	14,3	62	70,1	21,3	131	8,3	206
Röxe	2812	35,2	12,5	88	80,0	17,6	216	12,0	—
Meersburg . . .	1321	26,9 [2]	20,4 [2]	167	49,0	29,6	249	6,5	127
Bärwalde . . .	1283	14,1	11,0	131	90,9	43,2	421	3,6	231
Christiansfeld . .	2622	34,9	13,3	225	75,0	75,2	705	7,4	767
Kröpelin	1712	26,5	15,5	113	64,5	19,2	102	8,6	226
Rönsahl	5500	0	0	91	—	86	977 [3]	5,8	—
Wertingen . . .	2770	22,2	8,0	128	125,0	71,4	391	4,3	415 [4]
Schweizerthal [5] .	6349	31,7	5,0	170	200,0	38,1	800	27,6	895
Worringen . . .	1547	9,1	5,9	49	170,4	21,2	113	3,2	—
Ganderkesee . .	860	0	0	195	—	12,1	66	13,9	—
Pfeffenhausen . .	2846	23,1	8,1	224	123,3	61,5	375	10,0	—
Helgoland . . .	1734	39,9	23,0	248	43,4	27,7	120	14,1	—

[1]) Diese Zahl wird annähernd richtig sein. Der wahre Gasverbrauch im November war mit Sicherheit nicht mehr zu ermitteln. Da im Dezember 517 cbm verbraucht wurden, so ist der Berechnung für den November ein Verbrauch von 450 cbm zu Grunde gelegt. — [2]) Einschliefslich der Laternen zur Hafenbeleuchtung. — [3]) Nach Angabe des Erbauers. — [4]) Diese Zahl wird annähernd richtig sein. Ihr ist ein Konsum von 750 cbm im November zu Grunde gelegt, berechnet aus dem Verbrauch im Dezember einerseits, aus demjenigen in der Zeit vom 19. Oktober bis 30. November andererseits. Vergl. S. 673. — [5]) Die für Schweizerthal berechneten Zahlen sind mit den anderen nicht vergleichbar und für Ortszentralen überhaupt nicht mafsgebend, da es sich hier im wesentlichen um eine Fabrikzentrale handelt, die zur Ortszentrale ausgebaut ist. Der Hauptgaskonsum entfällt auf die Fabrikräume.

Strelitz (Mecklenburg), 4165 Einwohner; 415 Häuser. Die „Hera-Prometheus", Aktien-Gesellschaft für Carbid und Acetylen in Berlin erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: November 1898. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 248). Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 6200 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 95 Häuser mit 708 Flammen und 92 Strafsenlaternen, sowie der Bahnhof mit 32 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 1240 cbm.

Schönsee (Westpreufsen), 2113 Einwohner; 172 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft in Berlin. Eröffnung des Betriebes: 30. Dezember 1898. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 35 Häuser mit 180 Flammen; 23 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,50 Mk., jetzt 2,10 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 217 cbm.

Oliva b. Danzig (Westpreufsen), 5703 Einwohner; 346 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft in Berlin. Eröffnung des Betriebes: März 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 26 Häuser mit 428 Flammen; 89 Strafsenlaternen, sowie der Bahnhof mit 24 Aufsenflammen und 22 Innenflammen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,50 Mk., jetzt 2,25 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 528 cbm.

Guttstadt (Ostpreufsen), 4600 Einwohner; 394 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft in Berlin. Eröffnung des Betriebes: April 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfsystem mit automatischem Betrieb und Zwischenglocke (vergl. Fig. 250). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 70 cbm (zwei Gasbehälter à 35 cbm). Länge des Strafsenrohres: 7500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 44 Häuser mit 263 Flammen, 61 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 548 cbm.

Johannisburg (Ostpreufsen), 3500 Einwohner; 248 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzer und Betriebsleiter sind J. Scheimann und H. Schultz in Johannisburg. Bis Mitte Juni 1903 war die Zentrale im Besitz der Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: April 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfsystem mit automatischem Betrieb und Zwischenglocke (vergl. Fig. 250). Chemische Reinigung des Acetylens: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 70 cbm (zwei Gasbehälter à 35 cbm). Länge des Strafsenrohres: 7000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 52 Häuser mit 370 Flammen; 61 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,80 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 731 cbm.



Passenheim (Ostpreufsen), 2132 Einwohner; 261 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin ist die Gemeinde. Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: April 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfsystem mit automatischem Betrieb und Zwischenglocke (vergl. Fig. 250). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 24 Häuser mit 170 Flammen; 21 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 117 cbm.

Sensburg (Ostpreufsen), 4590 Einwohner; 326 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetziger Besitzer und Betriebsleiter ist Lichtenfeld in Bischofswerder. Bis zum August 1903 war die Zentrale im Besitz der Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: Mai 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfsystem mit automatischem Betrieb und Zwischenglocke (vergl. Fig. 250). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 70 cbm (zwei Gasbehälter à 35 cbm). Länge des Strafsenrohres: 6250 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 49 Häuser mit 478 Flammen; 65 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,80 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 873 cbm.

Allendorf-Sooden (Hessen-Nassau), davon Allendorf mit 2807 Einwohnern, 507 Häusern, und Sooden mit 712 Einwohnern und 159 Häusern. Erbaut von der ehemaligen „Allgemeinen Acetylen-Gesellschaft „Prometheus" in Leipzig auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die „Hera-Prometheus", Aktien-Gesellschaft für Carbid und Acetylen in Berlin. Eröffnung des Betriebes: Juli 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters: 100 cbm. Länge des Strafsenrohres: 8500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 90 Häuser mit 631 Flammen, der Bahnhof mit 56 Flammen, 149 Strafsenlaternen. Hierzu kommen noch 750 Illuminationsflammen, welche im Kurpark des Bades Sooden installiert sind, aber nur verhältnismäfsig selten gebraucht werden. Gaspreis für 1 cbm: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 821 cbm.

Grofsen-Linden (Hessen-Darmstadt), 1737 Einwohner; 281 Häuser. Erbaut von R. Welkoborsky in Giefsen auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: Juli 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb, allmähliche Einführung des im Entwickler aufgespeicherten Carbides in das Entwickelungswasser. Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen". Grofsen-Linden ist die einzigste Acetylenzentrale in Deutschland, welche unseres Wissens ohne Heizvorrichtung ist. Zum Schutz des Gasbehälters gegen Einfrieren wird Flörsheimer Gefrierschutzflüssigkeit[1]) benutzt. Fassungsraum des Gasbehälters: 24 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 39 Häuser mit 170 Flammen, 35 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Acetylengas: anfänglich 1,50 Mk., seit April 1902 1,30 Mk.

Über den Gasverbrauch giebt folgende Zusammenstellung Auskunft:

---

[1]) Vergl. S. 354.

1902	an der Stationsgasuhr abgelesen cbm	an die Privatkonsumenten verkauft cbm	Differenz = Strafsenlaternen[1]) und Verlust cbm
April	129	72	57
Mai	51	43	8
Juni	56	48	8
Juli	64	36	28
August	134	80	54
September	164	112	52
Oktober	254	157	93
November	294	205	89
Dezember	314	219	95

Treptow a. Tollense (Pommern), 4192 Einwohner; 578 Häuser. Die „Hera-Prometheus", Aktien-Gesellschaft für Carbid und Acetylen in Berlin erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: August 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 246 und 248). Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 7000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 92 Häuser mit 470 Flammen, 86 Strafsenlaternen, sowie der Bahnhof mit 24 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 855 cbm.

Herzberg a. Harz, 3695 Einwohner; 525 Häuser. Erbaut von Albert Bonte in Meerane i. Sa. auf eigene Rechnung. Jetziger Besitzer und Betriebsleiter: Max Kestermann in Meerane i. Sa. Eröffnung des Betriebes: Oktober 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Es sind vier Entwickler vorhanden, jeder von etwa $1^1/_2$ cbm Fassungsraum. Chemische Reinigung des Gases „Puratylen". Fassungsraum des Gasbehälters: etwa 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: annähernd 10000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 59 Häuser mit 499 Flammen; 112 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,20 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober 1902 . . . . . 621 cbm
November „ . . . . . 757 „
Dezember „ . . . . . 923 „

Ratzebuhr (Pommern), 2250 Einwohner; 229 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: Oktober 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 21 Häuser mit 112 Flammen, 36 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,50 Mk.; jetzt 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 208 cbm.

---

[1]) In den Monaten Mai und Juni, sowie während eines Teiles des Monats Juli wurden die Strafsenlaternen nicht gebrannt.

Pillkallen (Ostpreufsen), 3856 Einwohner; 227 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: November 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 96 Häuser mit etwa 1200 Flammen, 46 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2 Mk., seit April 1901 1,80 Mk., vom 1. April 1903 ab wieder 2,00 Mk.

Im Jahre 1900 belief sich der gröfste monatliche Gasverbrauch für Privatkonsum auf 877 cbm. Für Strafsenbeleuchtung wurden im ganzen Jahre 1900 einschliefslich Gasverlust 842 cbm verbraucht.

Der gesamte Carbidverbrauch betrug:

vom 8. Nov. 1899 bis 31. März 1900 . . .	10632 kg
im Etatsjahr 1900/01	27529 „
„ „ 1901/02	28020 „

Der gesamte Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug:

im Oktober	1902	933 cbm
„ November	„	1191 „
„ Dezember	„	1141 „

Im Frühjahr 1903 ist die Anlage vergröfsert worden. Es wurden zwei neue Entwickler, sowie neue Wäscher, Reiniger, Trockner und ein zweiter Gasbehälter mit 30 cbm nutzbarem Fassungsraum aufgestellt.

Sulzburg (Baden), 1192 Einwohner; 181 Häuser. Erbaut von der „Hera", Internationale Gesellschaft für Acetylenbeleuchtung, Abteilung Mannheim, Landsberger & Co., in Mannheim auf eigene Rechnung; später von der Gemeinde angekauft. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: November 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 248). Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters: 40 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 73 Häuser mit etwa 350 Flammen, 48 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,80 Mk.

Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	477 cbm
November	„	518 „
Dezember	„	567 „

Ellerbeck b. Kiel (Schleswig-Holstein), 6372 Einwohner; 647 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: November 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 55 cbm. Länge des Strafsenrohres: 7272 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 82 Häuser mit zusammen etwa 720 Flammen, 97 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: Leuchtgas 2 Mk.; Kochgas 1,20 Mk.

Über den Gasverbrauch und dessen Zunahme gibt folgende Zusammenstellung Auskunft:

Es betrug der Gasverbrauch, an der Stationsgasuhr abgelesen, im

	1900	1902
Oktober	856 cbm	1126 cbm
November	1047 „	1213 „
Dezember	1081 „	1327 „
zusammen:	2984 cbm	3666 cbm

Pr. Friedland (Westpreufsen), 3758 Einwohner; 377 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: November 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 8000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 55 Häuser mit 591 Flammen, 74 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 607 cbm.

Peiskretscham (Schlesien), 4294 Einwohner; 406 Häuser. Erbaut von der „Hera-Prometheus", Aktien-Gesellschaft für Carbid und Acetylen in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: Dezember 1899. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 248). Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres 6200 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 57 Häuser mit etwa 430 Flammen, 70 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,75 Mk.

Über den Gasverbrauch gibt folgende Zusammenstellung Auskunft:

Es betrug der Gasverbrauch, an der Stationsgasuhr abgelesen, im

	1900	1901	1902
Oktober	575 cbm	523 cbm	577 cbm
November	609 „	624 „	557 „
Dezember	670 „	759 „	691 „
zusammen:	1854 cbm	1906 cbm	1825 cbm

Ungefähr die Hälfte der erzeugten Gasmenge entfällt auf den Verbrauch der Privatkonsumenten.

Frauenburg (Ostpreufsen), 2493 Einwohner; 251 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: Januar 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4400 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 28 Häuser mit 208 Flammen, 34 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 265 cbm.

Kirchditmold b. Cassel (Hessen-Nassau), 2335 Einwohner; 186 Häuser. Die Deutsche Acetylen-Gas-Gesellschaft in Tempelhof b. Berlin erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: Januar 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5300 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 37 Häuser mit 251 Flammen und 63 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,25 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 523 cbm.

Arys (Ostpreufsen), 1616 Einwohner; 113 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetziger Besitzer und Betriebsleiter ist H. Schultz in Johannisburg. Bis zum August 1903 war die Zentrale im Besitz der Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: Februar 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm.

Länge des Strafsenrohres: 1900 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 25 Häuser mit 350 Flammen, 21 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 270 cbm.

Bischofswerder (Westpreufsen), 2048 Einwohner; 183 Häuser. Erbaut von der Firma Schilling & Gutzeit in Königsberg i. Pr. auf eigene Rechnung. Jetziger Besitzer und Betriebsleiter ist Lichtenfeld in Bischofswerder. Bis zum August 1903 war die Zentrale im Besitz der Acetylen-Zentralen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin. Eröffnung des Betriebes: März 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Acetylens: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3300 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 30 Häuser mit 170 Flammen, 31 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,00 Mk., jetzt 1,80 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 268 cbm.

Daaden (Rheinprovinz), 1989 Einwohner; 281 Häuser. Erbaut von R. Welkoborsky in Giefsen auf Rechnung der Stadt. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: März 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Acetylens: „Puratylen" (seit September 1902). Fassungsraum des Gasbehälters: 14 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3600 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 118 Häuser mit etwa 340 Flammen, 29 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2,25 Mk., seit dem 1. Oktober 1900 2,00 Mk.; jetzt 1,50 Mk. Der Gasverbrauch, an der Stationsgasuhr abgelesen, betrug:

	1900	1901	1902
Oktober	407 cbm	314 cbm	329 cbm
November	415 „	368 „	383 „
Dezember	455 „	385 „	476 „
zusammen:	1277 cbm	1067 cbm	1188 cbm

Hafsfurt a. Main (Bayern), 2490 Einwohner; 381 Häuser. Erbaut von dem Acetylenwerk Augsburg-Oberhausen, Keller & Knappich, in Augsburg auf eigene Rechnung. Jetzige Besitzerin und Betriebsleiterin ist die Kommanditgesellschaft Acetylen-Zentrale Hafsfurt, Keller & Co., Augsburg. Eröffnung des Betriebes: März 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 249). Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk. Fassungsraum des Gasbehälters: 70 cbm. Länge des Rohrnetzes: 6000 m. Im Januar waren angeschlossen: 125 Häuser mit etwa 2500 Flammen und 76 Strafsenlaternen, aufserdem der Bahnhof mit 73 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: 2,10 bis 2,40 Mk., je nach Konsum. Der Gasverbrauch im Monat November, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 1093 cbm.

Neukirch (Ostpreufsen), 648 Einwohner; 55 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung des Drogisten P. Raudies in Neukirch. Betriebsleiter: Drogist P. Raudies in Neukirch. Eröffnung des Betriebes: Juni 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Acetylens: „Acagin". Länge des Strafsenrohres: 1000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 14 Häuser mit 130 Leuchtflammen und 4 Kochflammen; aufserdem 9 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	166 cbm
November	„	204 „
Dezember	„	219 „

Grimmen (Pommern), 3621 Einwohner; 485 Häuser. Die „Hera-Prometheus", Aktien-Gesellschaft für Carbid und Acetylen in Berlin erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: September 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 248). Chemische Reinigung des Gases: „Heratol". Fassungsraum des Gasbehälters 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5400 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 83 Häuser mit 400 Flammen, 57 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,90 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 656 cbm.

Zwischenahn (Oldenburg), 931 Einwohner; 118 Häuser. Erbaut von der ersten Thüringer Acetylen-Gas-Gesellschaft in Erfurt auf Rechnung der Acetylen-Genossenschaft Zwischenahn. Betriebsleiter: Acetylen-Genossenschaft Zwischenahn. Eröffnung des Betriebes 10. Oktober 1900. Art der Gasentwickelung: Überschwemmsystem mit Handbetrieb (vergl. Fig. 242). Länge des Strafsenrohres: etwa 5000 m. Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk. Fassungsraum des Gasbehälters: 30 cbm. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 44 Häuser mit etwa 600 Flammen, 34 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: ursprünglich 1,50 Mk., seit dem 1. Dezember 1902 1,80 Mk. an Genossen und 2 Mk. an Nichtgenossen. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

	1900	1901	1902
Oktober	—	464 cbm	506 cbm
November	520 cbm	545 „	592 „
Dezember	641 „	680 „	590 „

Beachtenswert ist der Umstand, dafs im Dezember 1902 kein gröfserer Verbrauch stattfand als im November desselben Jahres, während in den beiden Vorjahren der Mehrverbrauch im Dezember gegenüber demjenigen im November durchaus den normalen Verhältnissen entspricht. Dieser Umstand ist lediglich auf die mit dem 1. Dezember eingetretene Preiserhöhung für das in den Privathäusern verbrauchte Acetylen und die dadurch bedingte gröfsere Sparsamkeit zurückzuführen.

Gnadenfeld (Schlesien), 473 Einwohner; 47 Häuser. Die Firma J. Schlusche, Schlosserei und Installation in Gnadenfeld, erbaute und betreibt die Anlage auf eigene Rechnung. Die Apparate wurden vom Deutschen Acetylen-Werk in Breslau geliefert. Betriebseröffnung: November 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat nach Pictetschem Prinzip mit automatischem Betrieb. Die automatische Beschickung erfolgt mit Hilfe eines sog. endlosen Bandes. Der Automat wird durch die fallende Gasglocke betätigt und kann etwa 100 kg Carbid aufnehmen, welches portionsweise in den Entwickler fällt (vergl. Fig. 89). Fassungsraum des Gasbehälters: 3,5 cbm. Länge des Strafsenrohres: 1500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 19 Häuser, 1 Kirche mit etwa 250 Flammen, sowie 18 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Acetylen: früher 1,60 Mk., seit 1. Oktober 1902 1,80 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr betrug im:

Oktober	1902	248 cbm
November	„	268 „
Dezember	„	295 „

Schlochau (Westpreufsen), 3306 Einwohner; 329 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: Dezember 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4528 m. Im Januar 1903

waren angeschlossen: 68 Häuser mit 426 Flammen, 55 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,60 bis 2,00 Mk., je nach Verbrauch. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	524 cbm
November	„	599 „
Dezember	„	709 „

Achim (Hannover), 3080 Einwohner; 470 Häuser. Die Firma Hagener Acetylenwerk in Hagen i. W. erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: Dezember 1900. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Acetylens: „Puratylen". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 11 927 m. Im Mai 1901 waren angeschlossen: 80 Häuser mit 625 Flammen und 82 Strafsenlaternen, aufserdem der Bahnhof mit 36 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 1,80 Mk., später 1,60 Mk. Die Menge des an Private abgegebenen Acetylens betrug:

August	1901 . . .	278 cbm, davon 44 cbm an den Bahnhof
September	„ . . .	450 „ „ 66 „ „ „ „

Über den Betrieb der Zentrale ist vielfach geklagt worden. Im Januar 1903, nachdem die Besitzerin Konkurs angemeldet hatte, kam es sogar zu einer vorübergehenden Einstellung des Betriebes.

Dannenberg a. d. Elbe (Hannover), 1850 Einwohner; 230 Häuser. Die Firma Hagener Acetylenwerk in Hagen i. W. erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Betriebseröffnung: April 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5848 m. Im Mai 1901 waren angeschlossen: 70 Häuser mit 307 Flammen, 37 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,70 Mk. Im April 1901 wurden 232 cbm Gas verbraucht. Über die Zentrale ist vielfach geklagt worden. Im Januar 1903 geriet das Hagener Acetylenwerk in Konkurs und ist dadurch die Zentrale und deren Betrieb sehr in Mitleidenschaft gezogen.

Langenargen a. Bodensee (Württemberg), 1275 Einwohner; 186 Häuser. Die Firma W. Stricker in Romanshorn hat die Zentrale auf Rechnung der Firma W. Stricker & Co., Kommanditgesellschaft in Langenargen erbaut. Betriebseröffnung: Juni 1901. Art der Gasentwickelung: Senksystem, Handbetrieb (vergl. Fig. 252). Chemische Reinigung des Gases: Ätzkalk. Länge des Strafsenrohres: 3500 m. Fassungsraum der beiden Gasbehälter: zusammen 9 cbm. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 60 Häuser mit 380 Flammen und 27 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 255 cbm.

Opalenitza (Kreis Grätz des Preufs. Reg.-Bez. Posen), 3135 Einwohner; 261 Wohnhäuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: Oktober 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 30 Häuser mit 210 Flammen, 36 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	254 cbm
November	„	277 „
Dezember	„	350 „

Runkel a. d. Lahn (Hessen-Nassau), 1075 Einwohner; 205 Häuser. Erbaut von **R. Welkoborsky**-Giefsen auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 1. Dezember 1901, vom 30. November 1902 aber erst definitiv von der Stadt Runkel übernommen. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 63 Häuser, 22 Strafsenlaternen. Der Gasverbrauch im Dezember 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 517 cbm[1]).

Döse b. Cuxhaven (Hamburger Landgebiet), 2155 Einwohner; 351 Häuser. Die Hanseatische Acetylen-Gasindustrie, Aktien-Gesellschaft in Hamburg hat die Zentrale erbaut und betreibt dieselbe auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: Dezember 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 251). Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin". Fassungsraum des Gasbehälters: reichlich 30 cbm. Länge des Strafsenrohres: 8000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen 46 Häuser mit 385 Flammen und 114 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch, an der Stationsgasuhr abgelesen, betrug im:

Oktober	1902	. . . . .	413 cbm
November	„	. . . . .	444 „
Dezember	„	. . . . .	502 „

Röxe (Altmark), 1422 Einwohner; 116 Häuser. Erbaut von Ingenieur **Teichmann** in Röxe auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: Die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: Dezember 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat. Chemische Reinigung des Acetylens: Chlorkalk, mit indifferenten Stoffen gemischt. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm[2]). Länge des Strafsenrohres: 4000 m. Im Herbst 1902 waren angeschlossen: 25 Häuser[3]) mit 300 Flammen, 50 Strafsenlaternen. Der Gasverbrauch vom Tage der Eröffnung (Dezember 1901) bis zum 20. März 1903, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 2284 cbm.

Meersburg (Baden), 1892 Einwohner; 225 Häuser. Erbaut von W. **Stricker** in Romanshorn (Schweiz) auf Rechnung der Firma W. **Stricker** & Co., Kommanditgesellschaft, Meersburg. Betriebsleiterin: Firma W. **Stricker** & Co., Kommanditgesellschaft, Meersburg. Eröffnung des Betriebes: Juli 1902. Art der Gasentwickelung: Senksystem, Handbetrieb (vergl. Fig. 252). Länge des Strafsenrohres: 2500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 56 Häuser mit 366 Flammen, 32 Strafsenlaternen und 19 Laternen zur Hafenbeleuchtung. Preis für 1 cbm Gas: 2 Mk. Der Gasverbrauch im November 1902, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 240 cbm. Im Laufe des Jahres 1903 sollten noch weiter angeschlossen werden[4]): 8 Häuser mit etwa 44 Flammen, 3 Strafsenlaternen und wahrscheinlich noch eine Fabrik mit etwa 150 Flammen.

Bärwalde (Pommern), 2338 Einwohner; 240 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiterin: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: September 1902. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3000 m. Im Januar 1903

[1]) Über die im November 1902 verbrauchte Gasmenge waren sichere Feststellungen nicht mehr zu machen. — [2]) Der nicht umbaute Gasbehälter steht in nächster Nähe des Apparathauses. — [3]) Die Zahl der angeschlossenen Häuser war am 20. März 1903 auf 33 gestiegen. — [4]) Briefliche Mitteilung der Besitzerin vom 26. März 1903.

waren angeschlossen: 101 Häuser mit 360 Flammen, 33 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: anfänglich 2 Mk., seit dem 1. Januar 1903 1,80 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	427 cbm
November	„	541 „
Dezember	„	612 „

Christiansfeld (Schleswig), 572 Einwohner; 61 Häuser. Erbaut von der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie Aktien-Gesellschaft in Hamburg auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiterin: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: September 1902. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 251). Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin“. Länge des Strafsenrohres: 1500 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 43 Häuser mit 318 Flammen und 20 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: Leuchtgas 1,75 Mk., Kochgas 1,25 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

November	1902	439 cbm
Dezember	„	491 „

Kröpelin (Mecklenburg), 2336 Einwohner; 442 Häuser. Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Firma W. Paust Nachf., Inh. B. Lawrenz in Kröpelin. Letztere leitet auch den Betrieb. Eröffnung des Betriebes: September 1902. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin“. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 45 Häuser mit 389 Flammen, 62 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	411 cbm
November	„	529 „
Dezember	„	658 „

Rönsahl (Westfalen), 500 Einwohner; 44 Häuser. Erbaut von Carl Meifsner in Frankfurt a. M. auf Rechnung des „Rönsahler Gaswerk“, einer aus sechs Mitgliedern bestehenden Gesellschaft mit beschränkter Haftung. Eröffnung des Betriebes: Anfang Oktober 1902. Art der Gasentwickelung: Tiefbausystem Meifsner, Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen“ mit Koks. Fasssungsraum des Gasbehälters: 10 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2750 m. Im Juli 1903 waren an das Rohrnetz 43 Häuser mit etwa 250 Flammen angeschlossen, jedoch keine Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,80 Mk.

Wertingen (Bayern), 1805 Einwohner; 355 Häuser. Erbaut von der Firma Keller & Knappich in Augsburg-Oberhausen auf Rechnung der Stadt. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 19. Oktober 1902. Art der Gasentwickelung: Senkapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk. Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 139 Häuser mit etwa 600 Flammen, 40 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug in der Zeit vom 19. Oktober bis Ende November 1028 cbm, im Dezember 1902: 810 cbm.

Schweizerthal[1]) in der Nähe von Burgstädt b. Chemnitz), 315 Einwohner; 15 Häuser. Erbaut von Ernst Schneider in Chemnitz auf Rech-

[1]) Es handelt sich im wesentlichen um eine Fabrikzentrale, die zur Ortszentrale ausgebaut wurde. Gegen Bezahlung (1 Mk. für 1 cbm) wird das Gas nur an den Besitzer des Gasthofes und an Beamte der Fabrik abgegeben.

nung der Firma A. Tetzner & Sohn in Schweizerthal. Betriebsleiterin: A. Tetzner & Sohn. Eröffnung des provisorischen Betriebes: Ende Oktober, des endgültigen: Mitte Dezember 1902. Art der Gasentwickelung: Senkapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: Waschung mit verdünnter Chlorcalciumlösung, Vorreinigung durch Raseneisenerz und Nachreinigung mit „Puratylen". Fassungsraum des Gasbehälters[1]): 100 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 12 Häuser, darunter 2 Spinnereien, mit zusammen 331 Flammen, 10 Strafsenlaternen. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

November 1902 . . . . . 282 cbm
Dezember „ . . . . . 350 „

Worringen (Rheinprovinz), 5947 Einwohner; 1105 Häuser. Erbaut von dem Hagener Acetylenwerk in Hagen auf Rechnung der Stadt, welche auch den Betrieb leitet. Eröffnung des Betriebes: November 1902. Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 9200 m. Im März 1903 waren an das Rohrnetz angeschlossen: 125 Häuser mit 399 Flammen, 54 Strafsenlaternen. Anschlufs des Bahnhofes mit etwa 60 Flammen ist in Aussicht genommen. Preis für 1 cbm Gas: 1,70 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im Februar 1903 970 cbm[2]).

Ganderkesee (Oldenburg), 744 Einwohner; 137 Häuser. Erbaut von der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie-Aktiengesellschaft in Hamburg auf Rechnung einer aus acht Personen bestehenden Genossenschaft. Betriebsleiter: W. Engelhart in Ganderkesee. Eröffnung des Betriebes: 15. Februar 1903. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. auch Fig. 251). Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin". Fassungsraum des Gasbehälters: 10 cbm. Länge des Strafsenrohres: 640 m. Im April 1903 waren an das Rohrnetz angeschlossen: 9 Häuser mit 125 Flammen, indessen keine Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,80 Mk. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im März 1903 83 cbm.

Pfeffenhausen (Niederbayern), 1300 Einwohner; 213 Häuser. Erbaut von Keller & Knappich, Gesellschaft für Gascarburation in Augsburg-Oberhausen auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 23. April 1903. Art der Gasentwickelung: Senkapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk im Gemenge mit zerkleinerten gesiebten Kohlenschlacken. Fassungsraum des Gasbehälters: 40 cbm. Länge des Strafsenrohres: etwa 3700 m. Im Juni 1903 waren angeschlossen: 30 Strafsenlaternen und 80 Häuser mit etwa 800 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: 1,50 Mk.

Helgoland, 2307 Einwohner (im Sommer 20 000 Badegäste); 534 Häuser, davon auf dem Unterlande etwa 140. Die Nordische Acetylen-Industrie Fischer & Foss, Altona-Ottensen erbaute und betreibt die Zentrale auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: 16. Mai 1903. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 247 und 253). Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin". Fassungsraum des Gasbehälters: 60 cbm. Länge des Strafsenrohres: 4000 m. Im Mai 1903 waren

---

[1]) Früher war eine Ölgasanlage vorhanden, deren grofser Gasbehälter nunmehr für Acetylengas Verwendung findet. — [2]) Der Magistrat zu Worringen bemerkt zu dieser Zahl: „Durch Undichtigkeit in den Leitungen ist noch viel Gas verloren gegangen". Angesichts der Zahl der angeschlossenen Flammen scheint allerdings der Gasverlust ein sehr hoher zu sein.

angeschlossen 64 Häuser mit rund 900 Flammen und 92 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: In der Zeit vom 1. Juni bis 30. September 2,50 Mk., vom 1. Oktober bis 31. Mai 2,00 Mk.

Buchloe (Bayern), 1934 Einwohner; 280 Häuser. Die Zentrale ist erbaut von der Firma W. Stricker in Romanshorn (Schweiz) auf Rechnung der Firma W. Stricker & Co., Kommanditgesellschaft in Buchloe. Betriebsleiterin: W. Stricker & Co., Kommanditgesellschaft in Buchloe. Eröffnung des Betriebes: 29. Juli 1903.

Wintersdorf (Sachsen-Altenburg). Erbaut von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin auf Rechnung der Gemeinde. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: September 1903. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb (vergl. Fig. 244). Chemische Reinigung des Gases: „Acagin". Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3300 m. Im September 1903 waren angeschlossen: 121 Häuser mit 460 Flammen, 25 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,00 Mk.

Hinsbeck (Rheinprovinz). Die Zentrale ist gebaut von Carl Meifsner in Frankfurt a. M. auf Rechnung des Hinsbecker Acetylen-Gaswerkes, eingetragene Genossenschaft mit beschränkter Haftpflicht, der etwa 30 Genossen angehören. Die Genossenschaft leitet auch den Betrieb. Eröffnung des Betriebes: September 1903. Art der Gasentwickelung: Tiefbausystem Meifsner, Handbetrieb. Fassungsraum des Gasbehälters: 30 cbm. Länge des Strafsenrohres: ungefähr 3000 m. Zum Anschlufs angemeldet waren im Juli 1903 rund 70 Häuser[2]).

Arendsee (Altmark), 2184 Einwohner; 330 Häuser. Die Zentrale ist im Bau begriffen. Sie wird ausgeführt von der Hanseatischen Acetylen-Gasindustrie-Aktien-Gesellschaft in Hamburg auf Rechnung der Gemeinde. Letztere wird auch den Betrieb leiten. Die Eröffnung des Betriebes ist für Ende November 1903 in Aussicht genommen. Art der Gasentwickelung: Einwurfsystem mit Handbetrieb (vergl Fig. 251[1]). Chemische Reinigung des Gases: „Frankolin". Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Srafsenrohres: ungefähr 3000 m. Zur Aufstellung kommen vorläufig 27 Strafsenlaternen. Zum Anschlufs angemeldet waren im Juli 1903: 95 Häuser mit etwa 540 Flammen. Für 1 cbm Gas ist ein Preis von 1,70 Mk. in Aussicht genommen.

Türkheim (Bayern), 1699 Einwohner; 315 Häuser. Die Zentrale ist im Bau begriffen. Sie wird ausgeführt von der Firma W. Stricker & Co. in Romanshorn und vermutlich im Oktober 1903 dem Betriebe übergeben werden. Die ungefähre Länge des Strafsenrohres beträgt 3000 m, die Zahl der Strafsenlaternen etwa 25.

Acetylenzentralen in Österreich-Ungarn.

In Ungarn ist die erste Zentrale bereits im Jahre 1897 in Betrieb genommen. Es war das in Veszprém. Diese Zentrale ist, soweit bekannt, als die erste der Welt zu bezeichnen. In den nächsten Jahren

[1]) Die Einwurfvorrichtung soll gegenüber der in Fig. 251 dargestellten etwas vereinfacht werden. — [2]) Weitere Ortszentralen sollen Mitte September 1903 noch im Bau gewesen sein, in: Vietz (Brandenburg), Dorum (Hannover), Schafstedt (Holstein), Rödding (Schleswig), Much bei Köln.

sind dann in Ungarn noch einige weitere Zentralen gebaut; im allgemeinen hat man dort aber auf diesem Gebiete nur langsam Fortschritte gemacht. In noch höherem Grade gilt dies von Österreich, wo unseres Wissens erst Ende 1901 die erste Zentrale in Betrieb genommen ist. Hier scheint aber neuerdings die Acetylenzentralenbeleuchtung in gleicher Weise wie in Deutschland mehr und mehr festen Boden zu gewinnen, wie das nachstehende Verzeichnis der schon im Betriebe befindlichen Zentralen zeigt. Dieses Verzeichnis kann allerdings auf Vollständigkeit keinen Anspruch erheben, teils weil es nicht möglich war, über einen Teil der bestehenden Zentralen Auskunft zu erlangen (z. B. Mies in Böhmen und Zilah in Ungarn), teils weil in der deutschen Acetylenlitteratur sicherlich nicht alle in jenen Ländern erbauten Zentralen erwähnt sind. Unsere Bemühungen, bei Sachverständigen in Wien und Budapest Erkundigungen einzuziehen, waren teilweise allerdings von Erfolg. Immerhin ist aber anzunehmen, dafs das Verzeichnis, namentlich soweit es sich auf die ungarischen Verhältnisse bezieht, nicht vollständig ist. So sollen z. B. in Lipik und Nagy-Szalonta Acetylenzentralen vorhanden sein. Ob das richtig ist, entzieht sich unserer Kenntnis.

Veszprém (Ungarn), 15000 Einwohner. Erbaut von Viktor Berdenich-Budapest auf Rechnung der Acetylen-Gas-Aktien-Gesellschaft in Budapest-Wien. Seit 1900 Eigentum des Erbauers. Eröffnung des Betriebes: 1897. Länge des Strafsenrohres: rund 4000 m. Im Januar 1903 waren angeschlossen: 470 Privatflammen und 30 Strafsenlaternen.

Preis für 1 cbm Gas:

a) bis zu einer Jahresabnahme von 300 cbm . . . 2,50 Kr.
b) von 300 bis 500 cbm Jahresabnahme . . . . . 2,25 „
c) „ 500 „ 1000 „ „ . . . . . 2,— „

Für die Strafsenlaternen mit einer Leuchtkraft von 30 HK zahlt die Stadtgemeinde bei 2300 Jahresbrennstunden 40 Kronen pro Jahr und Laterne.

Geplant ist eine Erweiterung des Rohrnetzes auf die ganze Stadt von 14500 m Länge mit 160 Strafsenlaternen. Der Gasverbrauch im November 1902 betrug 1025 cbm; derjenige im ganzen Jahre 1902 belief sich auf 7983 cbm.

Tata-Tóváros (Ungarn). Erbaut von Viktor Berdenich in Budapest auf Rechnung der Acetylen-Gas-Aktien-Gesellschaft in Budapest-Wien. Eröffnung des Betriebes: Herbst 1897. Länge des Strafsenrohres: 16500 m[1]). Im Januar 1903 waren angeschlossen: etwa 700 Privatflammen und 165 Strafsenlaternen.

Mezötúr (Ungarn). Erbaut von Viktor Berdenich-Budapest auf Rechnung der Stadt, die auch den Betrieb leitet. Eröffnung des Betriebes: 1898.

Strakonitz (Böhmen), 5500 Einwohner; 357 Häuser. Erbaut von Karl Krčil in Prag auf Rechnung der Stadt. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 15. September 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk im Gemenge mit Holzwolle, Kieselsteinen und Koks. Fassungsraum des Gas-

[1]) Das Rohrnetz soll sehr schlecht gelegt sein und grofse Undichtigkeiten aufweisen.

behälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5300 m. Im April 1903 waren angeschlossen: etwa 51 Häuser mit 420 Flammen und 106 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2 Kronen. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	551 cbm
November	„	676 „
Dezember	„	802 „

Pöchlarn (Niederösterreich). Erbaut auf Rechnung der Gemeinde von Ettore Fenderl in Wien. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 8. Dezember 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb und Bewegung des Carbides unter Wasser. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 1800 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 35 Häuser mit 430 Flammen und 23 Strafsenlaternen. Der Bahnhof soll noch mit 85 Flammen angeschlossen werden. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen.

Wegstädl (Böhmen). Die Firma Robert Kürbifs & Co. in Dresden-Gruna erbaute und betrieb die Zentrale seit Eröffnung des Betriebes am 24. Dezember 1901 bis zum 1. Mai 1903 auf eigene Rechnung. Von letztgenanntem Tage an ging die Zentrale in den Besitz der Stadt über, die seitdem den Betrieb auf Rechnung der Stadt leitet. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Acetylens: Reinigungsmasse, deren Zusammensetzung geheim gehalten wird. Fassungsraum des Gasbehälters: 25 cbm. Länge des Strafsenrohres: 3200 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 45 Häuser mit ungefähr 300 Flammen und 42 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,25 Kronen.

Adlerkosteletz (Böhmen), 5100 Einwohner; 550 Häuser. Die Zentrale wurde erbaut auf Rechnung der Stadt von der Firma F. Kasl in Prag-Weinberge. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 24. Dezember 1901. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb. Chemische Reinigung des Acetylens: es wird eine vom Erbauer hergestellte, als „Purgatif“ bezeichnete Reinigungsmasse benutzt, deren Hauptbestandteil Chlorkalk ist. Fassungsraum des Gasbehälters: 50 cbm. Länge des Strafsenrohres: 9100 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 65 Häuser mit etwa 700 Flammen und 104 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 1,60 Kronen. Über den Gasverbrauch giebt folgende Zusammenstellung Auskunft:

	Gesamtgasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr cbm	An Private wurden abgegeben gegen Bezahlung cbm	Differenz = Verbrauch der Strafsenlaternen und Verlust cbm
Oktober 1902 . . .	670	366	304
November 1902 . .	769	469	300
Dezember 1902 . .	818	531	287
Januar 1903 . . .	948	535	413
Februar 1903 . . .	765	402	363

Nagy-Enyed (Ungarn). Erbaut von Viktor Berdenich-Budapest auf Rechnung der Stadt, die auch den Betrieb leitet. Eröffnung des Betriebes: März 1902. Im Januar 1903 waren angeschlossen: etwa 600 Flammen. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen.

Geplant war eine Erweiterung des Rohrnetzes auf etwa 9000 m Länge. Dieser Umbau sollte angeblich bis zum Herbst 1903 fertiggestellt sein.

Spitz a. d. Donau, 1700 Einwohner; 226 Häuser. Erbaut von Richard Klinger in Gumpoldskirchen bei Wien auf Rechnung der Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 15. April 1902. Art der Gasentwickelung: Handbetrieb durch Kolbeneinführung System „Klinger“, Carbid ins Wasser[1]) (vergl. Fig. 252 a). Chemische Reinigung des Gases: Chlorkalk. Fassungsraum des Gasbehälters: 15 cbm. Länge des Strafsenrohres: etwa 3000 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 46 Häuser mit 600 Flammen und 47 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Oktober	1902	299 cbm
November	„	341 „
Dezember	„	361 „

Grieskirchen (Oberösterreich). Erbaut auf Rechnung der Gemeinde von Ettore Fenderl in Wien. Betriebsleiter: die Gemeinde. Eröffnung des Betriebes: 15. Oktober 1902. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb und Bewegung des Carbides unter Wasser. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 2600 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 55 Häuser mit 540 Flammen. Der Anschlufs des Bahnhofs wird vom Jahre 1904 ab mit etwa 30 Flammen geplant. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen.

Hörbranz (Österreich). Erbaut von W. Stricker in Romanshorn auf Rechnung der Kommanditgesellschaft W. Stricker & Co. in Hörbranz. Eröffnung des Betriebes: Oktober 1902. Art der Gasentwickelung: Senksystem, Handbetrieb (vergl. Fig. 252). Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen“. Länge des Strafsenrohres: etwa 2000 m. Im April 1903 waren angeschlossen 24 Häuser mit 245 Flammen, keine Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen. Der Gasverbrauch, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug im:

Dezember	1902	180 cbm
Januar	„	150 „

Lochau (Österreich). Erbaut von W. Stricker in Romanshorn auf Rechnung der Kommanditgesellschaft W. Stricker & Co. in Lochau. Eröffnung des Betriebes: November 1902. Art der Gasentwickelung: Senksystem mit Handbetrieb (vergl. Fig. 252). Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen“. Länge des Strafsenrohres: etwa 2500 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 22 Häuser mit 198 Flammen, keine Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen.

Strafs (Österreich). Erbaut auf Rechnung der Gemeinde von Ettore Fenderl in Wien. Art der Gasentwickelung: Einwurfapparat mit Handbetrieb und Bewegung des Carbides unter Wasser. Fassungsraum des Gasbehälters: 20 cbm. Länge des Strafsenrohres: 1200 m. Im April 1903 waren angeschlossen: 23 Häuser mit 366 Flammen und 16 Strafsenlaternen. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen.

Gumpoldskirchen bei Wien, 2500 Einwohner. Die Zentrale wurde erbaut von der Maschinen- und Metallwarenfabrik Rich. Klinger in Gumpoldskirchen auf eigene Rechnung. Eröffnung des Betriebes: 4. Februar 1903. Art der Gasentwickelung: Handbetrieb durch Kolbeneinführung System „Klinger“, Carbid ins Wasser. Der Entwickler steht in direkter Verbindung

[1]) Reserveapparat automatisch.

mit der mit Wasser angefüllten, in die Erde eingebauten Kalkgrube. Chemische Reinigung des Gases: „Puratylen". Fassungsraum des Gasbehälters: 30 cbm. Länge des Strafsenrohres: 5000 m. Im Mai 1903 waren angeschlossen: 54 Häuser mit 320 Flammen und 40 Strafsenlaternen. Es wird fast nur Glühlicht gebrannt. Preis für 1 cbm Gas: 2,50 Kronen. Der Gasverbrauch im März 1903, abgelesen an der Stationsgasuhr, betrug 145 cbm.

Acetylenzentralen in anderen Ländern.

Wie in Deutschland und neuerdings in Österreich, so sind auch in den meisten anderen Ländern teils früher, teils später Acetylenzentralen in Betrieb genommen. In der Schweiz z. B. befinden sich solche unter anderem in folgenden Orten: Bütschwyl, Rheineck, Worb, Laupen, Lichtensteig, Bauma, Andwill (St. Gallen), Arbon, Dielsdorf, Kaltbrunn, Langnau, Räsis-Burgerau, Regensberg, Rufswyl, Singen, Wetzikon.

Zahlreiche Zentralen sind auch in Nordamerika und Frankreich. In Nordamerika waren im Frühjahr 1901 bereits 33 [1]) im Betriebe. Seitdem hat sich ihre Zahl wohl mehr als verdoppelt. In Frankreich dürfte die Zahl der Acetylenzentralen nicht wesentlich hinter derjenigen in Deutschland zurückstehen. Auch in Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen u. s. w. nimmt die Zahl der Acetylenzentralen fortgesetzt zu.

Wirtschaftliche Verhältnisse in den Acetylenzentralen.

Gasausbeute in den Acetylenzentralen.

Bei der technischen Herstellung des Acetylens sind gewisse Gasverluste unvermeidlich. An eine sachgemäfs eingerichtete Acetylenzentrale mufs die Forderung gestellt werden, dafs diese Verluste auf ein möglichst geringes Mafs eingeschränkt werden.

Wie bereits oben [2]) erörtert wurde, sind entweder bei der Einfüllung des Carbides in den Entwickler oder durch die Art dieser Einfüllung gewisse Gasverluste schwer zu vermeiden, und es ist dort ausführlich gezeigt worden, wie man es durch eine Reihe sinnreicher Einrichtungen verstanden hat, diesem Übelstande nach Möglichkeit abzuhelfen.

Weitere Verluste können entstehen infolge unvollkommener Vergasung des Carbids. Durch sachgemäfse Konstruktion der Entwickler [3]) gelingt es, diese Verluste — praktisch genommen — ganz zu beseitigen.

Recht erhebliche Gasverluste hat ein zu grofser Verbrauch an Entwickelungswasser zur Folge, und wenn in sehr vielen Zentralen immer wieder festgestellt wird, dafs man trotz Benutzung eines guten Carbids

---

[1]) Vogel, Acetylenzentralen 1901, 45. — [2]) S. 526 bis 536. — [3]) Vergl. S. 521 u. f.

von 290 bis 300 Liter Gasausbeute nach den Messungen an der Stationsgasuhr doch nicht auf eine wesentlich höhere Ausbeute als 250 bis höchstens 260 Liter aus 1 kg Carbid zu kommen pflegt, so liegt das zumeist wohl daran, dafs der Gasmeister aus Bequemlichkeitsrücksichten nicht sparsam genug mit dem Entwickelungswasser umgegangen ist[1]. Es darf nicht vergessen werden, dafs 1 cbm Wasser nicht weniger als 1,18 cbm Acetylengas auflöst[2]. Aus diesem Grunde ist möglichste Sparsamkeit im Verbrauch an Entwickelungswasser — selbstredend nur bis zu dem mit Rücksicht auf die normale Zersetzung des Carbids gestatteten Grade — ganz besonders anzuempfehlen. Aus dem gleichen Grunde ist auch die fortgesetzte Wiederbenutzung des vom Kalkschlamm durch Absetzen in den Kalkgruben befreiten Entwickelungswassers zu empfehlen, wie dies z. B. seit Jahren mit Erfolg in der Zentrale zu Döse[3] stattfindet.

Nachstehend geben wir aus einer Reihe von Zentralen die im praktischen Betriebe thatsächlich erhaltene Gasausbeute. Bei Beurteilung der Zahlen mufs bemerkt werden, dafs seit dem Frühjahr 1902 — von vereinzelten Ausnahmen abgesehen — durchweg bedeutend besseres Carbid in den Handel kommt, das den Normen des Deutschen Acetylenvereins voll entspricht, was vor jener Zeit meist nicht oder doch nur ganz notdürftig der Fall zu sein pflegte. Mehrfach ist in den Zentralen sogar ein sehr schlechtes Carbid vergast worden, das den normalen Gehalt auch nicht annähernd aufwies, weil es zu einem erheblich billigeren Preise erhältlich war.

Zentrale in	Jahr	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter
Peiskretscham .	1900	24 999	6382	255,3
„ .	1901	22 334	5890	263,7
„ .	1902	20 697	5390	260,4
Herzberg . . .	1900	20 423	5429	265,9
„ . . .	1901	18 793	4943	263,0
„ . . .	1902	20 345	5444	267,1
Daaden	1901	10 620	2968	279,5
„	1902	10 667	2737	256,6
Hafsfurt	1901	34 110	9394	275,4
Veszprém . . .	1901	17 727	4992	285,6
„ . . .	1902	28 251	7983	285,2
Bütschwyl . . .	1900/1901	4 430	1211	277,8
„ . . .	1901/1902	5 447	1548	284,2

[1]) Vergl. S. 465 u. 541. — [2]) Vergl. S. 152. — [3]) Vergl. S. 672.

Acetylenzentrale Herzberg.

	1900			1901			1902		
	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter
Januar . . .	3117,5	835,15	267,9	2509	668,01	266,2	2679	687,98	249,3
Februar . .	2237	597,11	266,9	1865	519,80	278,7	1799	484,50	269,3
März	1800	495,48	275,3	1622	454,68	280,3	1748	466,90	265,9
April . . .	1299	336,45	259,0	1043	290,55	278,6	1144	302,10	264,1
Mai	929,5	215,00	231,3	685	191,47	279,5	887	231,50	260,9
Juni	634,5	157,10	247,6	512	125,77	245,6	705	179,20	254,2
Juli	726	186,65	257,1	578	162,28	280,9	641	167,25	260,9
August . . .	938	251,35	267,9	788	224,12	284,4	884	239,30	270,9
September .	1475	405,63	275,0	1326,5	356,98	269,0	1376	374,40	272,2
Oktober . .	2021	544,87	269,6	2074,5	532,85	256,8	2256	620,55	275,1
November . .	2447	665,35	271,9	2736	674,69	246,5	2794	757,20	271,0
Dezember . .	2798	740,34	264,5	3054	741,63	239,6	3432,5	923,25	268,9
Durchschnitt	1701,9	452,54	265,9	1566,1	411,89	263,0	1695,4	452,84	267,1

Acetylenzentrale Veszprém.

	1901			1902		
	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter	Verbrauchte Menge Carbid kg	Erzeugte Menge Gas cbm	Durchschnittliche Gasausbeute aus 1 kg Carbid Liter
Januar . . .	2221	570,60	256,91	2125	580	272,94
Februar . .	1678	455	271,15	1902	515	270,77
März	1598	448,90	280,91	2176	598	274,82
April . . .	1090	312	286,24	1699	497	292,53
Mai	823	249,10	302,67	1563	457	292,39
Juni	694	212,80	306,63	1305	388	297,32
Juli	830	265,60	320	1620	496	306,17
August . . .	1111	294,60	265,17	2021	614	303,81
September .	1566	454,40	290,17	2554	745	291,70
Oktober . .	1822	513	281,56	3531	930	263,38
November . .	1978	554	280,08	3822	1025	267,48
Dezember . .	2316	662	285,84	3933	1138	289,35
Durchschnitt	1477,25	416	285,61	2354,25	665,25	285,22

In mehreren Zentralen ist wiederholt eine bedeutend schlechtere Gasausbeute erzielt worden, vereinzelt allerdings auch eine bessere, wie aus den eingesehenen Betriebsergebnissen hervorging, doch wurden die Zahlen zur Veröffentlichung nicht freigegeben.

Mit dem heute [1]) im Handel befindlichen Carbide, dessen Durchschnittsausbeute 295 Liter aus 1 kg betragen wird, mufs in einer gut konstruierten und gut bedienten Zentralanlage eine durchschnittliche Gasausbeute von 280 bis 285 Liter zu erzielen sein. Welchen weitgehenden Einflufs auf das wirtschaftliche Gedeihen der Anlage eine Mehrausbeute von 20 bis 30 Liter Gas aus 1 kg Carbid zur Folge haben mufs, bedarf keines näheren Hinweises.

Verteilung des Gasverbrauches auf die einzelnen Monate.

Vom wirtschaftlichen wie technischen Standpunkte aus ist es gleich wichtig, über die Verteilung des Gasverbrauchs auf die einzelnen Monate unterrichtet zu sein. Abgesehen von den natürlichen, durch Aufgang und Untergang der Sonne bedingten Schwankungen weist derselbe in den einzelnen Zentralen mehr oder weniger grofse Unregelmäfsigkeiten auf, bedingt durch den Zugang oder Abgang von Konsumenten, durch Veranstaltung besonderer Festlichkeiten, durch den Anschlufs von Sommergärten u. a. m. Will man zur Gewinnung normaler Zahlen diese Unregelmäfsigkeiten, die zur Genüge aus den nachstehenden Aufstellungen ersichtlich sind, einigermafsen ausgleichen, so mufs man sich auf den Durchschnitt einer ganzen Reihe praktischer Betriebsergebnisse stützen. Dies ist nachstehend versucht worden, und die aus den gegebenen Zahlen berechneten Durchschnittswerte dürften wohl einigermafsen als normale anzusehen sein.

Oben [2]) wurde bei Aufzählung der einzelnen Acetylenzentralen in Deutschland fast stets der Gasverbrauch im Monat November 1902 mitgeteilt. An der Hand der hier gegebenen Durchschnittszahlen ist daraus durch Multiplikation mit 7,67 der ungefähre Gasverbrauch für das ganze Jahr zu ermitteln. Natürlich erhält man auf diese Weise keine Zahlen für den wahren Gasverbrauch, immerhin weichen die so erhaltenen Werte nicht allzu weit von letzterem ab.

---

[1]) Sommer 1903. — [2]) Vergl. S. 662.

Acetylenzentrale Peiskretscham [1]).

	1900 Gasverbrauch		1901 Gasverbrauch		1902 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs
Januar . . .	1108 [2])	17,4	692	11,7	686	12,7
Februar . .	668	10,5	672	11,4	528	9,8
März	623	9,8	512	8,7	503	9,3
April . . .	513	8,0	376	6,4	330	6,1
Mai	271	4,2	338	5,7	295	5,5
Juni	223	3,5	253	4,3	230	4,3
Juli	288	4,5	288	4,9	254	4,7
August . . .	365	5,7	421	7,1	329	6,1
September .	469	7,3	432	7,3	410	7,6
Oktober . .	575	9,0	523	8,9	577	10,7
November . .	609	9,5	624	10,6	557	10,3
Dezember . .	670	10,5	759	12,9	691	12,8
Gesamtmenge	6382		5890		5390	

Acetylenzentrale Herzberg a. H. [3]).

	1900 Gasverbrauch		1901 Gasverbrauch		1902 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs
Januar . . .	835	15,4	668	13,5	688	12,7
Februar . .	597	11,0	520	10,5	485	8,9
März	495	9,1	455	9,2	477	8,8
April . . .	336	6,2	291	5,8	302	5,5
Mai	215	4,0	191	3,9	232	4,3
Juni	157	2,9	126	2,5	179	3,3
Juli	187	3,4	162	3,3	167	3,1
August . . .	251	4,6	224	4,5	239	4,4
September .	406	7,3	357	7,2	374	6,9
Oktober . .	545	10,0	533	10,8	621	11,4
November . .	665	12,3	675	13,6	757	13,9
Dezember . .	740	13,6	741	15,0	923	16,9
Gesamtmenge	5429		4943		5444	

[1]) Briefliche Mitteilungen des Magistrats. — [2]) Januar 1900 war der erste volle Monat, in welchem die Zentrale im Betriebe war, daher der hohe Verbrauch, eine Erscheinung, die man in den meisten Zentralen findet. — [3]) Briefliche Mitteilung des Besitzers.

	Acetylenzentrale Grofsen-Linden [1]) 1902 Gasverbrauch		Acetylenzentrale Daaden [2]) Gasverbrauch 1901		Acetylenzentrale Daaden [2]) 1902 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs
Januar . . .	282	13,6	328	11,1	297	10,9
Februar . .	198	9,5	310	10,4	230	8,4
März	134 [3])	6,5	276	9,3	226	8,3
April . . .	129	6,2	213	7,2	167	6,1
Mai	51	2,5	141	4,7	107	3,8
Juni	56	2,7	107	3,6	74	2,7
Juli	64	3,1	131	4,4	88	3,2
August . . .	134	6,5	178	6,0	142	5,2
September .	164	7,9	216	7,3	218	7,9
Oktober . .	254	11,8	314	10,6	329	12,0
November . .	294	14,2	368	12,4	383	14,0
Dezember . .	314	15,1	386	13,0	476	17,3
Gesamtmenge	2074		2968		2737	

	Acetylenzentrale Hafsfurt [4]) 1901 Gasverbrauch		Acetylenzentrale Ellerbeck [5]) 1900 Gasverbrauch		Acetylenzentrale Zwischenahn [6]) 1901 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs	insgesamt cbm	in Proz. d. Gesamt-verbrauchs
Januar . . .	1081	11,5	933	12,9	453	12,1
Februar . .	972	10,3	654	9,1	346	9,2
März	843	8,9	568	7,9	308	8,2
April . . .	571	6,1	398	5,5	129	3,5
Mai	454	4,8	299	4,1	127	3,4
Juni	403	4,3	220	3,0	90	2,4
Juli	417	4,4	243	3,4	102	2,7
August . . .	527	5,6	273	3,8	161	4,3
September .	732	7,8	566	7,8	333	8,8
Oktober . .	945	10,1	849	11,8	464	12,4
November . .	1177	12,5	1042	14,4	545	14,5
Dezember . .	1272	13,5	1181	16,3	680	18,2
Gasamtmenge	9394		7226		3738	

[1]) Briefliche Mitteilungen des Magistrats. — [2]) Briefliche Mitteilungen des Magistrats. — [3]) Die Angabe für März fehlt. Die Zahl ist aus der verbrauchten Carbidmenge berechnet. — [4]) Briefliche Mitteilung von Keller u. Knappich in Augsburg. — [5]) Eigener Auszug aus den Büchern. In den Monaten April bis einschliefslich August keine Strafsenbeleuchtung. — [6]) Eigener Auszug aus den Büchern und briefliche Mitteilungen der Verwaltung.

Acetylenzentrale in Vessprém[1]) (Ungarn).

	1901 Gasverbrauch		1902 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Prozenten des Jahresverbrauchs	insgesamt cbm	in Prozenten des Jahresverbrauchs
Januar	570,6	11,4	580,0	7,3
Februar	455,0	9,1	515,0	6,5
März	448,9	8,9	598,0	7,5
April	312,0	6,2	497,0	6,2
Mai	249,1	5,0	457,0	5,7
Juni	212,8	4,2	388,0	4,8
Juli	265,6	5,3	496,0	6,2
August	294,6	6,0	614,0	7,7
September . . .	454,4	9,1	745,0	9,3
Oktober	513,0	10,3	930,0	11,8
November . . .	554,0	11,1	1025,0	12,8
Dezember . . .	662,0	13,3	1138,0	14,3
Gesamtmenge . .	4992,0		7983,0	

Acetylenzentrale in Bütschwyl[2]) (Schweiz).

	1900 Gasverbrauch		1901 Gasverbrauch	
	insgesamt cbm	in Prozenten des Jahresverbrauchs	insgesamt cbm	in Prozenten des Jahresverbrauchs
Januar	111	10,8	215	15,5
Februar	84	8,1	138	10,0
März	78	7,6	81	5,9
April	55	5,4	52	3,8
Mai	47	4,6	39	2,8
Juni	32	3,1	30	2,2
Juli	24	2,3	32	2,2
August	38	3,7	43	3,1
September . . .	75	7,3	88	6,4
Oktober	116	11,3	152	10,9
November . . .	158	15,4	238	17,2
Dezember . . .	209	20,3	279	20,1
Gesamtmenge . .	1027		1387	

[1]) Briefliche Mitteilung des Besitzers. — [2]) Bericht des Verwaltungsrates der Aktiengesellschaft für Acetylengasbeleuchtung in Bütschwyl für das Geschäftsjahr 1. Juli 1901 bis 30. Juni 1902.

Die berechneten, vorstehend wiedergegebenen Werte für den Gasverbrauch der einzelnen Monate in Prozenten des Jahresverbrauchs sind in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Am Schlusse derselben ist der Durchschnitt aus sämtlichen Werten gezogen. Die so ermittelten Durchschnittszahlen dürften als einigermafsen zutreffende Werte für die Verteilung des Gasverbrauchs auf die einzelnen Monate anzusehen sein, soweit es sich um Zentralen in den ersten Jahren ihrer Entwickelung handelt.

Ort	Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Peiskretscham .	1900	17,4	10,5	9,8	8,0	4,2	3,5	4,5	5,7	7,3	9,0	9,5	10,5
" .	1901	11,7	11,4	8,7	6,4	5,7	4.3	4,9	7,1	7,3	8,9	10,6	12,9
" .	1902	12,7	9,8	9,3	6,1	5,5	4,3	4,7	6,1	7,6	10,7	10,3	12,8
Herzberg . . .	1900	15,4	11,0	9,1	6,2	4,0	2,9	3,4	4,6	7,3	10,0	12,3	13,6
" . . .	1901	13,5	10,5	9,2	5,8	3,9	2,5	3,3	4,5	7,2	10,8	13,6	15,0
" . . .	1902	12,7	8,9	8,8	5,5	4,3	3,3	3,1	4,4	6,9	11,4	13,9	16,9
Grofsen-Linden .	1902	13,6	9,5	6,5	6,2	2,5	2,7	3,1	6,5	7,9	11,8	14,2	15,1
Daaden	1901	11,1	10,4	9,3	7,2	4,7	3,6	4,4	6,0	7,3	10,6	12,4	13,0
"	1902	10,9	8,4	8,3	6,1	3,8	2,7	3,2	5,2	7,9	12,0	14.0	17,3
Hafsfurt . . .	1901	11,5	10,3	8,9	6,1	4,8	4,3	4,4	5,6	7,8	10,1	12,5	13,5
Ellerbeck . . .	1900	12,9	9,1	7,9	5,5	4,1	3,0	3,4	3,8	7,8	11,8	14,4	16,3
Zwischenahn . .	1901	12,1	9,2	8,2	3,5	3,4	2,4	2,7	4,3	8.8	12,4	14,5	18,2
Veszprém . . .	1901	11,4	9,1	8,9	6,2	5,0	4,2	5,3	6,0	9,1	10,3	11,1	13,3
" . . .	1902	7,3	6,5	7,5	6,2	5,7	4,8	6,2	7,7	9,3	11,8	12,8	14,3
Bütschwyl . . .	1900	10,8	8,1	7,6	5,4	4,6	3,1	2,3	3,7	7,3	11,3	15,4	20,3
" . . .	1901	15,5	10,0	5,9	3,8	2,8	2,2	2,2	3,1	6,4	10,9	17,2	20,1
Durchschnitt . .		12,53	9,54	8,37	5,89	4,31	3,36	3,82	5,27	7,70	10,86	13,04	15,19

Demnach entfallen im Durchschnitt von dem Gesamtkonsum des ganzen Jahres auf:

Monat		Quartal	Halbjahr
Januar	12,5 Proz.	I. Quartal . . 30,4 Proz	
Februar	9,5 "		
März	8,4 "		
April	5,9 "	II. Quartal . . 13,6 Proz.	Sommerhalbjahr: 30,4 Proz.
Mai	4,3 "		
Juni	3,4 "		
Juli	3,8 "	III. Quartal . . 16,8 Proz.	
August	5,3 "		
September . . .	7,7 "		
Oktober	10,9 "	IV. Quartal . . 39,2 Proz.	
November . . .	13,1 "		
Dezember . . .	15,2 "		

Gasverbrauch in den Strafsenlaternen und Gasverluste im Rohrnetz.

In den mit Acetylenzentralen versehenen Ortschaften werden zur Strafsenbeleuchtung in der Regel Brenner mit 15 und 20 Liter Stundenkonsum, entsprechend einer ungefähren Lichtstärke von 20 bezw. 30 Normal-Hefnerkerzen, benutzt[1]. Vereinzelt sind solche von nur 10 Liter Stundenkonsum (7 Hefnerkerzen) im Gebrauch, aber stets nur neben anderen in verschwindend geringer Zahl. Die Feststellung des wahren Acetylenverbrauchs in den Strafsenlaternen stöfst auf grofse Schwierigkeiten. An der Stationsgasuhr wird die insgesamt erzeugte Acetylengasmenge abgelesen, während die in den Privathäusern aufgestellten Gasmesser die dort in Wirklichkeit verbrauchte Gasmenge anzeigen. Zieht man die Summe der letzteren von der an der Stationsgasuhr abgelesenen Menge ab, so bleibt ein Rest, der sich unter normalen Verhältnissen zusammensetzt aus dem Verbrauch in den Strafsenlaternen und den durch die unvermeidlichen Undichtigkeiten des Rohrnetzes entstandenen Verlusten. Letzterer unterliegt natürlich gewissen Schwankungen. Er ist in denjenigen Orten, in welchen in einigen Sommermonaten die Strafsenbeleuchtung ganz eingestellt wird, zu ermitteln aus der Differenz zwischen der erzeugten Gasmenge und dem Privatkonsum. Als Beispiel dafür mögen die Verhältnisse in Grofsen-Linden angeführt werden. Dort wurden in den Monaten Mai und Juni 1902 die Strafsenlaternen nicht benutzt. Es betrugen nun[2]) bei einer Gesamtlänge des Strafsenrohres von 2,5 km:

	insgesamt erzeugte Gasmenge cbm	an Privatkonsumenten verkauft cbm	Differenz = Verlust cbm
Mai . . .	51	43	8
Juni . . .	56	48	8

Daraus ergiebt sich ein Gasverlust von nur 4,4 Liter stündlich auf je 1 km Strafsenrohr, ein Verlust, den man als aufserordentlich niedrig bezeichnen mufs, da man vielfach mit einem solchen von 15 bis 20 Liter in der Stunde auf je 1 km Strafsenrohr rechnet. Wie grofs nun aber auch der Gasverlust durch das Rohrnetz sein möge, derselbe kann sich jederzeit ändern, ohne dafs dies längere Zeit bemerkt wird. Aus der Differenz kann man mithin den Gasverbrauch in den Strafsenlaternen nicht berechnen. Durch Aufstellung von Gasmessern ist dies

[1]) Neuerdings wird auch für Strafsenbeleuchtung vielfach Acetylenglühlicht benutzt. — [2]) Briefliche Mitteilung des Magistrats vom 1. März 1903.

auch kaum durchführbar wegen der sich daraus ergebenden äufseren Schwierigkeiten. Es bleibt deshalb nur die Berechnung aus dem mittleren Stundenverbrauch der benutzten Brennersorte und der Zeitdauer des Brennens übrig. Dabei mufs man aber mit zwei grofsen, nicht mit hinreichender Genauigkeit zu kontrollierenden Fehlerquellen rechnen. Einerseits weichen die Brenner vielfach von dem für ihre Gröfse angegebenen mittleren Konsum um 1 Liter, gelegentlich sogar um mehrere Liter nach oben oder nach unten ab, und dann ist eine Kontrolle über die ganze Zeitdauer des Brennens jeder einzelnen Laterne nicht durchführbar. In Zwischenahn hat man wiederholt versucht, die Gröfse der durch diese beiden Ursachen bedingten Abweichung des berechneten von dem wahren Konsum zu ermitteln. Man hat in den Monaten Februar und September 1901 den Verbrauch von je drei Strafsenlaternen mit gleichen Brennergröfsen und bei annähernd gleicher Brenndauer durch Einschaltung von Gasmessern, wie folgt, festgestellt[1]):

	Februar 1901 cbm	September 1901 cbm
Gasmesser I	1,00	1,60
„ II	0,80	0,50
„ III	0,58	1,10

Hierzu ist zu bemerken, dafs die zu Gasmesser III gehörige Laterne einige Tage im Februar nicht gebrannt werden konnte. Die erhaltenen Resultate sind so widersinnig, und zwar ebenso bei den drei Brennern unter sich, wie auch bei dem Verbrauch jedes einzelnen Brenners in den beiden Monaten untereinander, dafs eine Erklärung der Abweichungen kaum möglich erscheint. Der Septemberverbrauch beträgt unter normalen Verhältnissen nur etwa 80 Proz. desjenigen im Februar. Wenn auch ein Teil der Abweichungen vielleicht auf Ungenauigkeit der Gasuhren einerseits, auf unvermeidliche Fehlerquellen beim Ablesen derselben andererseits zurückgeführt werden kann, so zeigen doch diese Versuche auf jeden Fall, dafs der berechnete Konsum sich in Wirklichkeit nicht mit dem wahren deckt. Ist die Gemeinde Besitzerin der Zentrale, so ist dieser Umstand ziemlich bedeutungslos. Die Differenz zwischen der Gesamtmenge des erzeugten Acetylens und der an die Privatkonsumenten abgegebenen wird dann einfach dem Konto „öffentliche Beleuchtung“ zur Last geschrieben. Wesentlich anders liegen aber die Verhältnisse, sobald die Zentrale im privaten Besitz ist. Dann mufs man sich mit Bezahlung nach berechneter Gasmenge begnügen,

[1]) Eigener Auszug aus den Aufzeichnungen des Rechnungsführers der Acetylengenossenschaft in Zwischenahn.

ohne genau feststellen zu können, ob dabei die Gemeinde oder der Zentralenbesitzer im Nachteil ist, wobei allerdings eine sorgfältige Kontrolle der Brennzeit einige Gewähr dafür bietet, dafs die Differenzen sich im Laufe des Jahres ausgleichen können.

Einflufs des Gaspreises auf den Gasverbrauch.

So sehr auch allgemein und, soweit wir uns durch eigene Umfragen an Ort und Stelle überzeugen konnten, überall von den Bewohnern der an Ortszentralen angeschlossenen Privatgebäude das Acetylenlicht als solches gelobt wird, ebenso allgemein kann man Klagen über den hohen Preis des Lichtes hören, und zwar nicht nur an solchen Orten, wo zumeist aus den schon oben dargelegten Ursachen [1]) der Gaspreis wirklich ein hoher ist, sondern auch dort, wo diese Klagen angesichts eines mäfsigen Gaspreises durchaus nicht berechtigt sind [2]). Nur sehr selten trifft man an den letztgenannten Orten in dieser Hinsicht hinreichend objektiv urteilende Personen, die sich selbst darüber Klarheit verschafft haben, dafs die Ausgaben für das Acetylenlicht bei vernünftigem Gebrauch durchaus nicht gegenüber denjenigen für Petroleumbeleuchtung derartige sind, dafs die Klagen berechtigt wären. Angesichts dieser Thatsache ist es nicht ohne Interesse, festzustellen, welchen Einflufs der Preis auf den Gasverbrauch und auf die Zahl der angeschlossenen Privatgebäude ausgeübt hat. Aus den oben [3]) gegebenen Aufzeichnungen über den Gasverbrauch im Monat November und die Zahl der angeschlossenen Häuser, berechnet auf je 1000 ortsanwesende Personen, läfst sich darüber ein ungefähres Bild gewinnen. In der nachstehenden Aufstellung darüber ist noch mit angegeben der ungefähre Gasverbrauch auf je 1000 Einwohner, ermittelt unter Benutzung des oben [4]) berechneten Faktors, sowie ferner, ob die Zentrale im Besitze der „Gemeinde“ ist oder im „einheimischen Privatbesitz“ (Genossenschaft oder ortsanwesende Privatperson) oder in „fremdem Besitz“ (am anderen Orte wohnende Privatperson oder Betriebsgesellschaft). Die Zentralen sind in solcher Reihenfolge aufgeführt, dafs mit derjenigen, in welcher der höchste Gaspreis bezahlt wird, begonnen wurde. Bei gleichen Preisen ist die Reihenfolge nach der Zeit, seit welcher die Zentrale im Betriebe ist, gewählt.

Dort wo der Gaspreis sich nach der Höhe des Verbrauchs richtet, wie z. B. in Schlochau und Hafsfurt, ist der höchste Preis eingesetzt, ausgehend von der Erwägung, dafs es in erster Linie die kleinen Konsumenten sind, die ihre Stellungnahme vom Gaspreise abhängig machen.

[1]) Vergl. S. 465 bis 466. — [2]) Vergl. auch S. 467 bis 468. — [3]) S. 662. — [4]) S. 682.

Ort	Besitzer	Preis für 1 cbm Gas	auf je 1000 Einwohner			
			betrug der Gesamtgasverbrauch im November 1902	betrug der Gesamtgasverbrauch im Jahre 1902 ungefähr	waren angeschlossen Privatgebäude	waren angeschlossen Flammen in Privatgebäuden
		Mk.	cbm	cbm		
Haſsfurt	fremder Besitz	2,40	439	3367	50,2	1000
Oliva	"	2,25	93	713	4,6	75
Kirchditmold . .	"	2,25	224	1708	14,9	108
Herzberg . . .	"	2,20	205	1572	25,7	135
Schönsee . . .	"	2,10	103	790	16,6	85
Guttstadt . . .	"	2,00	119	912	9,6	57
Passenheim . .	"	2,00	55	422	11,3	80
Allendorf-Sooden	"	2.00	233	1787	25,6	179
Pillkallen . . .	Gemeinde	2,00	309	2370	24,9	311
Ellerbeck . . .	"	2,00	190	1457	12,9	113
Neukirch . . .	einheim. Privatbesitz	2,00	372	2853	23,1	201
Schlochau . . .	Gemeinde	2,00	181	1388	20,5	129
Langenargen . .	einheim. Privatbesitz	2,00	200	1534	47,1	298
Opalenitza . . .	Gemeinde	2,00	88	675	9,6	67
Döse	fremder Besitz	2,00	206	1580	21,3	179
Meersburg . . .	einheim. Privatbesitz	2,00	127	974	29,6	193
Kröpelin	"	2,00	226	1734	19,2	167
Wertingen . . .	Gemeinde	2,00	415	3183	71,4	332
Strelitz	fremder Besitz	1,90	298	2285	22,8	170
Treptow	"	1,90	204	1565	21,9	112
Ratzebuhr . . .	"	1,90	92	706	9,3	50
Pr.-Friedland . .	"	1,90	161	1235	14,5	157
Frauenburg . .	"	1,90	106	813	11,2	83
Arys	"	1,90	167	1281	15,5	216
Grimmen . . .	"	1,90	181	1388	22,9	110
Johannisburg . .	"	1,80	209	1603	14,9	106
Sensburg . . .	"	1,80	190	1457	10,7	103
Sulzburg	Gemeinde	1,80	459	3522	61,2	294
Bischofswerder .	fremder Besitz	1,80	131	1005	14,6	88
Zwischenahn . .	einheim. Privatbesitz	1,80	636	4878	47,2	644
Gnadenfeld . . .	"	1,80	567	4349	42,3	529
Bärwalde . . .	Gemeinde	1,80	231	1772	43,2	154
Peiskretscham .	"	1,75	129	989	13,5	100
Christianfeld . .	"	1,75	767	5883	75,2	556
Daaden	"	1,50	192	1472	59,3	176
Groſsen-Linden .	"	1,30	188	1442	22,3	98

Der Zufall will es, dafs gerade in Hafsfurt, wo der höchste Preis für das Gas bezahlt wird, eine so grofse Anzahl Privatanschlüsse genommen ist wie an keinem anderen Orte. Auch der Gesamtverbrauch an Gas ist hier ein sehr hoher, und selbst wenn man berücksichtigt, dafs davon mehr als ein Viertel auf den Verbrauch des Bahnhofs[1]) entfällt, sowie ferner, dafs, soweit man nach der Zahl der aufgestellten Strafsenlaternen[2]) urteilen kann, für Strafsenbeleuchtung verhältnismäfsig viel Gas verbraucht wird, bleibt immer noch die Thatsache, dafs nur an einem kleinen Bruchteil der mit Acetylenzentralen versehenen Orte ein so hoher Gasverbrauch in den Häusern erfolgt wie gerade in Hafsfurt. Es wäre jedoch verfehlt, wollte man daraus schliefsen, dafs der Gaspreis keinen Einflufs auf den Verbrauch ausübt. Scheidet man die Zentralen in eine Gruppe mit einem Gaspreise von 2,00 Mk. und mehr und in eine solche, in welcher der Gaspreis weniger als 2,00 Mk. für 1 cbm beträgt, so ergeben sich für jede Gruppe zufällig 18 Zentralen[3]). Berücksichtigt man nun einerseits den Gesamtgasverbrauch, andererseits die Zahl der in den Privathäusern installierten Flammen, so stellen sich in jeder der beiden Gruppen die Verhältnisse folgendermafsen:

Gaspreis	auf je 1000 Einwohner betrug im Jahre 1902 der durchschnittliche Gesamtgasverbrauch cbm	auf je 1000 Einwohner waren im Durchschnitt in Privathäusern installiert Flammen[4])
2,00 Mk. und mehr . . .	1613	201
unter 2,00 Mk.	2091	208

Ein wesentlicher Unterschied in der Zahl der in Privathäusern installierten Flammen besteht mithin nicht, wohl aber ist der durchschnittliche Gaskonsum in denjenigen Orten, in denen weniger als 2,00 Mk. für 1 cbm bezahlt wird, um 30 Proz. höher. Man ist doch wohl berechtigt, daraus den Schlufs zu ziehen, dafs, wenn auch die Zahl der in Privathäusern installierten Flammen — im Durchschnitt aller Zentralen etwa eine auf fünf Einwohner — unabhängig vom Gaspreise zu sein scheint, doch im Gebrauche derselben bei höheren Gaspreisen eine nicht unwesentliche Einschränkung erfolgt. Dafs dies jedoch nur ganz allgemein gilt, zeigt ein Blick auf die Tabelle. Wie in Hafsfurt, dem Orte mit dem höchsten Gaspreise, eine sehr rege Benutzung des Acetylenlichts stattfindet, so ist die Beteiligung in Daaden und Grofsen-Linden, den beiden Orten mit den billigsten Gaspreisen,

[1]) Vergl. S. 699. — [2]) Vergl. S. 663 u. 669. — [3]) Einige Zentralen, aus denen zuverlässig erscheinende Mitteilungen über alle Punkte nicht zu erhalten waren, sind ausgeschaltet. — [4]) Bei diesen und den nachfolgenden Berechnungen ist die Zahl der in Langenargen in Privathäusern installierten Flammen nicht mit berücksichtigt, weil uns dieselbe erst nach Fertigstellung dieser Berechnungen bekannt wurde.

eine verhältnismäfsig geringe. Es ist dies auch durchaus erklärlich, da die wirtschaftliche Lage der Einwohner, eine mehr oder weniger rege Beteiligung der Behörden u. s. w., weit ausschlaggebender sind als der Gaspreis.

Von nicht minder grofsem Interesse ist es, festzustellen, bis zu welchem Grade der Gaskonsum davon beeinflufst wird, ob die Zentrale in einheimischem oder in fremdem Besitz ist. Von den zum Vergleich herangezogenen 36 Zentralen sind 19 in fremdem Besitz, während 17 entweder der Gemeinde oder einer ortsansässigen Privatperson bezw. einer aus einer Anzahl Einwohnern gebildeten Genossenschaft gehören.

Ein Vergleich ergiebt hier:

	auf je 1000 Einwohner betrug im Jahre 1902 der durchschnittliche Gesamtgasverbrauch cbm	auf je 1000 Einwohner waren im Durchschnitt in Privathäusern installiert Flammen
fremder Besitz	1379	163
einheimischer Besitz . .	2381	256

Es zeigt sich das durchaus nicht überraschende Ergebnis[1]), dafs der Umstand, in wessen Besitz die Zentrale ist, im allgemeinen von weit gröfserem Einflufs auf den Gasverbrauch ist als der Gaspreis, d. h. dafs die rege und fortgesetzte Thätigkeit des geschäftlichen Leiters einerseits, das Interesse des Publikums für das Unternehmen andererseits hierfür ausschlaggebend sind.

Unter den einheimischen Besitzern finden wir drei Kategorien, nämlich Gemeinden, einheimische Genossenschaften und Privatpersonen. Von den in Frage stehenden 17 Zentralen sind 11 im Besitz der Gemeinde, während sechs entweder Eigentum einer Privatperson oder einer Genossenschaft sind. Für diese beiden Gruppen ergiebt eine gleichartige Rechnung:

Besitzer	auf je 1000 Einwohner betrug im Jahre 1902 der durchschnittliche Gesamtgasverbrauch cbm	auf je 1000 Einwohner waren im Durchschnitt in Privathäusern installiert Flammen
Gemeinde . . .	2096	212
Privatperson od. Genossenschaft	2726	347

Wenn schliefslich die sechs in einheimischem Privatbesitz befindlichen Zentralen geschieden werden in solche, welche Genossenschaften gehören (drei), und in solche, welche im Besitze von Privatpersonen sind (drei), so ergiebt sich

[1]) Vergl. oben S. 465.

Besitzer	auf je 1000 Einwohner betrug im Jahre 1902 der durchschnittliche Gesamtgasverbrauch cbm	auf je 1000 Einwohner waren im Durchschnitt in Privathäusern installiert Flammen
Genossenschaft .	2462	378[1])
Privatperson .	2779	299

Im Durchschnitt ist also der höchste Gasverbrauch erzielt in denjenigen Zentralen, welche im Besitze von am Orte ansässigen Privatpersonen sind, die höchste Zahl der installierten Flammen dagegen in den im Besitze einer einheimischen Genossenschaft befindlichen Zentralen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dafs es sich bei diesen letzteren Gruppen von Zentralen nur um je drei handelt, so dafs aufsergewöhnliche Verhältnisse einer einzigen Zentrale nach der einen oder anderen Seite hin den Ausschlag geben können.

Will man eine Lehre für den weiteren Bau von Zentralen aus diesen Ergebnissen ziehen, so kann sie nur folgendermafsen lauten:

Von vornherein ist dort Aussicht auf gröfste Beteiligung und beste Rentabilität der Zentrale, wo dieselbe auf genossenschaftlicher Grundlage errichtet wird, jedoch eine einzelne Persönlichkeit sozusagen die Seele des ganzen Unternehmens ist, indem sie einerseits mit eigenem Vermögen stark beteiligt ist, möglichst bis zur Hälfte des ganzen Genossenschaftskapitals, andererseits den Betrieb selbst leitet, also über jede Einzelheit genau unterrichtet ist und somit nicht nur Fürsorge für einen möglichst sparsamen Betrieb tragen kann, sondern auch ein weitgehendes finanzielles Interesse an einem gesteigerten Konsum hat. Die andere Hälfte des Genossenschaftskapitals soll dann in thunlichst kleinen Anteilen an möglichst viele Personen vergeben werden, auch soll die Gemeinde, um den Magistrat für das Unternehmen zu interessieren, einige Genossenschaftsanteile übernehmen.

Wenn unter diesen Voraussetzungen eine solide Anlage zu normalen Preisen gebaut wird, so ist nach den bisherigen Erfahrungen von vornherein auf eine rege Beteiligung der Einwohner und ein gutes Gedeihen des Unternehmens zu rechnen.

Anschlufs der Bahnhöfe an Acetylenzentralen.

Angesichts der Thatsache, dafs in Deutschland etwa 50 Ortschaften mit Acetylenzentralen versehen sind, von denen die Mehrzahl einen Bahnhof besitzt, erscheint es auffallend, dafs die Zahl derjenigen Bahnhöfe, welche Anschlufs an das Rohrnetz genommen haben, eine verhältnismäfsig geringe ist. Bislang sind lediglich die Bahnhöfe in Strelitz (Alt), Treptow a. T., Oliva b. Danzig, Allendorf-Sooden, Achim (Hannover)

[1]) Unter Berücksichtigung von Langenargen; vergl. Fufsnote 4, S. 691.

und Hafsfurt (Bayern) an die Ortszentrale angeschlossen. In der Qualität des Acetylenlichts kann die Ursache dieser Zurückhaltung nicht liegen, da insbesondere für Signallichter[1]) keine andere Lichtart so geeignet ist wie gerade die offene Acetylenflamme. Auch grundsätzliche Bedenken der Behörden können nicht bestehen, da, wie die obige Aufzählung zeigt, in den verschiedensten Direktionsbezirken nicht nur der preufsischen Staatseisenbahnen, sondern auch in Bayern Anschlufs genommen ist, und zwar fast überall schon seit mehreren Jahren, so dafs inzwischen auch hinreichend Erfahrungen gesammelt werden konnten. An dem Entgegenkommen der Zentralenbesitzer kann es — von der finanziellen Seite abgesehen — sicherlich nicht liegen, da der Anschlufs des Bahnhofs in jedem Falle von grofsem Einflufs auf die Rentabilität der Zentrale sein mufs, wie noch weiter unten gezeigt werden wird. Man wird deshalb wohl nicht fehlgehen in der Annahme, dafs in erster Linie finanzielle Rücksichten insofern für diese Zurückhaltung mafsgebend gewesen sind, als die Bahnverwaltung sich sagt, dafs, wenn sie einmal Acetylenbeleuchtung einführen will, sie billiger dazu kommt, wenn sie sich einen eigenen kleinen Acetylenapparat aufstellt und das Gas selbst bereitet. In einem Falle ist uns bekannt geworden, dafs ein solcher Beweggrund thatsächlich vorlag. In Zwischenahn (Oldenburg) war beim Bau der Ortszentrale von vornherein damit gerechnet worden, dafs der Bahnhof Anschlufs an das Rohrnetz nehmen würde. Letzteres wurde deshalb bis unmittelbar an das Bahnhofsgebäude gelegt. Wider Erwarten wurde jedoch auf dem Bahnhofe ein eigener kleiner Acetylenapparat aufgestellt, weil man meinte, dadurch erhebliche Ersparnisse zu machen. Es läfst sich auch nicht leugnen, dafs diese Annahme gerechtfertigt erscheint, zumal bislang in allen Litteraturangaben der Preis für 1 cbm Acetylengas aus einer Hausanlage, wie sie auch für kleinere Bahnhöfe ausreicht, niedriger angegeben wird als aus Ortszentralen. So rechnet z. B. Caro[2]) für 1 cbm Acetylengas aus Hausanlagen 0,80 Mk.[3]), aus Ortszentralen dagegen 1,50 Mk. Weiter unten[4]) werden wir noch zeigen, dafs, so zutreffend diese Annahme für den Einzelfall sein kann, grundsätzlich von einem solchen Preisunterschiede nicht die Rede sein kann, dafs vielmehr unter normalen Verhältnissen die Gestehungskosten für 1 cbm Acetylengas in jedem Falle annähernd die gleichen sein müssen und der Preis für das aus einer Ortszentrale bezogene Gas höchstens um die durch das ausgedehntere Rohrnetz bedingten Verluste und den Unternehmergewinn teurer sein wird, der auf je 1 cbm immer nur einige wenige Pfennige betragen kann und jedenfalls nicht solche Preisunterschiede bedingt, wie sie bei den von Caro und anderen Autoren angegebenen Zahlen zum Ausdruck kommen.

---

[1]) Vergl. S. 370, sowie ferner S. 431. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 396. — [3]) Unter Zugrundelegung der billigen Carbidpreise vom Sommer 1901; vergl. S. 125. — [4]) Vergl. in Abschnitt V „Kosten der Acetylenbeleuchtung".

Die Annahme, dafs die Bahnhofsverwaltung mit einer eigenen Hausanlage billiger wirtschaften kann, wird scheinbar noch durch besondere Umstände begünstigt. Der Platz für das Apparathaus wird meist zur Verfügung stehen und keinerlei Kosten verursachen, auch kann die Bedienung in der Regel von einem Angestellten nebenher besorgt werden, ohne dafs besondere Kosten dafür entstehen. Trotzdem ist, wie die Erfahrung gezeigt hat, diese Annahme eine nicht unter allen Umständen zutreffende.

Die preufsische Eisenbahnverwaltung besitzt auf den Bahnhöfen in Obernigk (Eisenbahndirektionsbezirk Breslau), Göttingen, Leinefelde und Nordhausen (Eisenbahndirektionsbezirk Cassel), Röderau (Eisenbahndirektionsbezirk Halle), Wittingen (Eisenbahndirektionsbezirk Magdeburg) und Czempin (Eisenbahndirektionsbezirk Posen) eigene Acetylenanlagen, und zwar in Göttingen und Nordhausen zur Beleuchtung von Werkstätten, an den übrigen Orten zur Beleuchtung der Bahnhofsanlagen. Nach den amtlichen Ermittelungen[1]) stellten sich die Kosten für je 1 cbm verbrauchtes Acetylengas wie folgt:

	Einheitssätze	Obernigk	Göttingen	Leinefelde	Nordhausen	Röderau	Wittingen	Czempin
Insgesamt erzeugte Gasmenge . . .	cbm	2138,15	262,00	5349,00	1108,00	2591,54	795,80	1247,00
Für eigene Zwecke verbr. Gasmenge	"	2045,40	262,00	5190,00	1108,00	2392,20	684,50	1134,00
An sonstige Behörden und Private abgegeben	"	92,75	—	159,00	—	121,59	111,30	104,00
Insges. verbrauchte Gasmenge . . .	"	2138,15	262,00	5349,00	1108,08	2513,79	795,80	1238,00
Gasverlust im ganzen	"	—	3,00	—	—	77,75	—	9,00
Gasverlust in Proz. d. erzeugten Menge	Proz.	—	1,15	—	—	3,00	—	0,80
Aus 100 kg Carbid wurden gewonnen Acetylengas . . .	cbm	28,25	24,95	29,92	29,82	28,64	25,99	30,00
Wert der Nebenerzeugnisse (Kalkrückstände) . . .	Mk.	6,00	—	—	—	21,60	6,00	—
Einheitspreis für 100 kg Carbid . .	"	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00

[1]) Zusammenstellung der Betriebsergebnisse der Steinkohlen- und Acetylengasanstalten in den einzelnen Direktionsbezirken der preufsischen Staatseisenbahnen im Etatsjahr 1901, aufgestellt am 21. September 1902 von der Königlichen Eisenbahndirektion in Berlin.

Ausgaben.

	Einheitssätze	Obernigk	Göttingen	Leinefelde	Nordhausen	Röderau	Wittingen	Czempin
Löhne der Arbeiter .	Mk.	522,26	30,00	372,00	75,10	270,00	259,21	72,00
Unterhaltung und Ergänzung der Anlage, sowie der Geräte und Werkzeuge	„	219,14	50,00	136,15	42,95	—	4,05	25,32
Wert der zur Gasbebereitung verwendeten Materialien .	„	2118,90	315,00	5075,28	1039,92	3300,00	1104,79	1231,68
Zinsen und Amortisation, 10 Proz. des Anlagekapitals . .	„	498,60	420,00	1303,87	153,00	588,52	488,76	253,17
Wert des aus dem Vorjahre übernommenen Gases und der Materialien .	„	—	—	—	—	—	—	391,43
Insgesamt		3358,90	815,00	6887,30	1310,97	4158,52	1856,81	1973,60
Hiervon ab:								
Wert der Nebenerzeugnisse	Mk.	6,00	—	—	—	21,60	6,00	—
Wert des im Bestande verbliebenen Gases und der Materialien	„	—	—	—	—	313,50	—	346,60
Bleiben Selbstkosten	Mk.	3352,90	815,00	6887,30	1310,97	3823,42	1850,81	1627,00
Mithin kostet 1 cbm verbrauchtes Gas .	„	1,56	3,11	1,29	1,18	1,52	2,33	1,30

Die Selbstkosten für 1 cbm erzeugtes Gas sind also in den verschiedenen Anstalten trotz des einheitlichen Carbidpreises nicht nur aufserordentlich verschieden, sondern auch ausnahmslos bedeutend höher, als nach den bisherigen in der Litteratur veröffentlichten Berechnungen über die Herstellungskosten für selbstbereitetes Gas in Hausanlagen angenommen wurde. Diese Unterschiede sind allerdings zum Teil auf Umstände ganz besonderer Art zurückzuführen. Die Berechnungen zeigen, dafs die wesentlich in Betracht kommenden Ausgaben für 1 cbm Gas sich folgendermafsen zusammensetzen:

	Einheitssätze	Obernigk	Göttingen	Leinefelde	Nordhausen	Röderau	Wittingen	Czempin
Löhne der Arbeiter . .	Pfg.	24,42	11,45	6,96	6,78	10,42	32,57	5,77
Unterhaltung und Ergänzung der Anlage, sowie der Geräte und Werkzeuge	„	10,25	19,10	2,55	3,88	—	0,50	2,03
Wert der zur Gasbereitung verwendeten Materialien	„	99,10	120,23	94,88	93,86	127,34	138,83	98,77
Zinsen und Amortisation, 10 Proz. des Anlagekapitals	„	23,32	160,31	24,38	13,81	22,71	61,24	20,30

Ein Blick auf die letzte Spalte zeigt, dafs in Göttingen der Betrag für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals mehr beträgt als die gesamten Herstellungskosten zusammen. In Wittingen ist das Mifsverhältnis zwar nicht so grofs, immerhin beläuft sich hier der dafür in Ansatz gebrachte Betrag noch auf mehr als ein Drittel der eigentlichen Erzeugungskosten des Gases. Das sind durchaus anormale Verhältnisse. Die an diesen Orten aufgestellten Apparate sind offenbar für eine weit gröfsere Gasproduktion berechnet.

Scheidet man zunächst diese beiden Anlagen, als für andere Verhältnisse durchaus nicht mafsgebend, aus, so bleibt ein Selbstkostenpreis für 1 cbm Acetylengas in

Obernigk	1,56 Mk.
Leinefelde	1,29 „
Nordhausen	1,18 „
Röderau	1,52 „
Czempin	1,30 „
Durchschnitt . . .	1,37 Mk.

Auch den so berechneten Durchschnittspreis von 1,37 Mk. kann man noch nicht als durchaus normal ansehen. In Obernigk waren aufsergewöhnlich hohe Aufwendungen für Unterhaltung und Ergänzung der Anlage erforderlich. Dort wurden im Durchschnitt kaum 6 cbm Acetylen erzeugt, d. h. es wurden rund 21 kg Carbid täglich vergast. Damit war ein Arbeiter (Tageslohn von 2 Mk. angenommen) über $^3/_4$ Tag beschäftigt, während in Leinefelde für eine reichlich 2,5 fache Produktion der Lohn nur etwa $^2/_3$ dessen beträgt, was in Obernigk dafür ausgegeben ist. In Nordhausen und Czempin macht bei einer um die Hälfte kleineren Produktion der Lohn $^1/_7$ des in Obernigk ge-

zahlten aus. Dazu kommt noch der übertrieben hohe Posten für Unterhaltung der Geräte und die verhältnismäfsig schlechte Gasausbeute.

In Röderau spielen Gasverlust und schlechte Gasausbeute eine ausschlaggebende Rolle, denn während alle Ausgaben mehr als das Dreifache derjenigen von Nordhausen betragen, ist die Menge des abgegebenen Gases noch nicht die 2,5 fache. Weiter ist zu beachten, dafs dort die Kosten der bei einer Ausbeute von 286,4 Liter zur Herstellung von 2591 cbm gebrauchten 9050 kg Carbid 2534 Mk. (bei 28 Mk. Einheitspreis) betragen, demnach bei Herstellung des Acetylens 3300 — 2530 = **770 Mk.** für Nebenmaterialien (!) verwendet worden sind. Das sind keine normalen Verhältnisse! In Leinefelde sind die Kosten des Baues mit 13000 Mk. für eine Anlage von rund 15 cbm Tagesproduktion viel zu hoch, ebenso in Czempin mit 2500 Mk. für eine Tagesproduktion von rund 4 cbm; an letzterem Ort ist auch die Ausgabe für Nebenmaterialien (70 Mk.) hoch und aufserdem tritt dort ein Preisunterschied von 50 Mk. für vorhandenes Gas nebst Materialien hinzu, an sich kleine Posten, die aber bei dem geringen Verbrauch für 1 cbm nicht weniger als 10 Pfg. ausmachen.

Ausnahmslos sehr günstig lagen andererseits allerdings die Verhältnisse in Nordhausen. Bei sehr geringen Aufwendungen für Löhne und Apparate wurde dort eine durchschnittliche Gasausbeute von 295 Liter aus 1 kg Carbid erzielt. Da man in der Praxis nicht immer mit so günstigen Faktoren wird rechnen können und da ungünstige Verhältnisse stets werden vorkommen können, so wird man bei den dieser Berechnung zu Grunde gelegten Carbidpreisen von 28 Mk.[1]) für 100 kg unter sonst normalen Verhältnissen mit einem Selbstkostenpreise von annähernd 1,30 Mk. für das von der Bahnverwaltung in einer eigenen Anlage erzeugte Gas rechnen müssen.

Für diesen Preis können nun in der That die heutigen Ortszentralen in ihrer überwiegenden Mehrheit das Gas nicht abgeben, namentlich nicht aus den schon oben[2]) angegebenen Gründen die Mehrzahl derjenigen, welche in den ersten Jahren, also bis etwa einschliefslich des Jahres 1900, errichtet wurden. In Oliva bezahlt z. B. der Bahnhof für 1 cbm Gas 2,00 Mk., an den anderen Orten ist dieser Betrag teils ein geringerer, teils aber auch ein noch etwas höherer. Die Bahnverwaltung wird immerhin dafür, dafs sie weder für die Anlage ein Kapital zu investieren, noch sich um Beaufsichtigung der Gaserzeugung u. s. w. zu kümmern hat, einen gewissen Mehrbetrag zahlen können, etwa 1,70 bis 1,75 Mk. für 1 cbm. Bei diesem Preise steht sich aber auch jede Zentrale gut, da der Bedarf eines Bahnhofes vielfach einen recht erheblichen Bruchteil des Gesamtbedarfs ausmacht, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

---

[1]) Umrechnungstabelle für andere Carbidpreise vergl. weiter unten in Abschnitt V, „Kosten der Acetylenbeleuchtung". — [2]) Vergl. oben S. 467.

Bahnhof	Zahl der vom Bahnhof angeschlossenen Flammen	Gasverbrauch des Bahnhofs im Jahre 1902 cbm	Ungefährer Gesamtgasverbrauch der Acetylenzentrale im Jahre 1902 [3]) cbm	Der Bahnhofsverbrauch beträgt also vom Gesamtverbrauch Proz.
Strelitz	32	538,5	9300	5,7
Treptow	24	481,0	6500	7,4
Oliva	46	1331,0 [1])	4000	33,3
Allendorf-Sooden	56	1755,0 [2])	6300 [4])	27,5
Achim	36	937,5	5500	17,0
Hafsfurt	73	2423,8	8400	28,8

Über die Verteilung des Konsums auf den Bahnhöfen in den einzelnen Monaten giebt folgende Zusammenstellung Auskunft:

	Strelitz		Treptow		Achim		Hafsfurt	
	1901 cbm	1902 cbm	1901 cbm	1902 cbm	1901 cbm	1902 cbm	1901 cbm	1902 cbm
Januar . . .	92,00	76,00	58,00	67,00	—	110,00	290,30	361,10
Februar . .	69,00	56,50	46,00	53,00	—	93,00	259,40	250,20
März	66,00	48,00	33,00	45,00	—	86,50	241,30	220,00
April . . .	49,00	37,50	25,00	34,00	62,75	63,50	185,80	157,80
Mai	38,00	26,00	20,00	23,00	56,25	51,00	166,70	120,20
Juni	28,00	17,00	16,00	14,00	30,25	35,50	125,00	91,00
Juli	26,00	19,50	18,00	17,00	56,00	41,00	140,70	97,50
August . . .	41,00	30,50	25,00	27,00	44,25	54,50	181,60	134,50
September .	51,50	42,00	35,00	35,50	66,75	72,00	251,70	181,50
Oktober . .	44,50	55,00	55,00	47,50	98,50	98,00	331,00	243,00
November . .	102,00	63,00	56,00	56,00	122,75	111,50	366,70	267,00
Dezember . .	78,00	67,50	69,00	62,00	110,00	121,00	377,50	300,00
Gesamtmenge	685,00	538,50	456,00	481,00	—	937,50	2917,70	2423,80

[1]) Diese Zahl ist nach der Angabe der Königlichen Eisenbahndirektion Danzig berechnet, nach welcher im Monat durchschnittlich 110,5 cbm Gas verbraucht wurden. — [2]) Diese Zahl ist lediglich rechnerisch für das ganze Jahr festgestellt und deshalb nur annähernd zutreffend; uns liegt nur der Gasverbrauch für das zweite Halbjahr mit 877,5 cbm vor, da der Bahnhof überhaupt erst seit dem 28. Juni 1902 angeschlossen ist. — [3]) Der wahre Gasverbrauch des ganzen Jahres ist uns nicht genau bekannt; der hier angegebene kann nur den ungefähren Verbrauch zum Ausdruck bringen. Er ist berechnet unter Zugrundelegung des wahren Verbrauchs im November 1902 an der Hand der auf S. 686 zusammengestellten Tabelle über den relativen Monatsverbrauch in den verschiedenen Zentralen. Für Achim ist er aus dem wahren Verbrauch in den Monaten August und September 1901 berechnet. Für die mit diesen Zahlen hier lediglich verfolgten Zwecke, das durchschnittliche Verhältnis des Bahnhofsverbrauchs zum Gesamtverbrauch zu ermitteln, wird der so berechnete Jahresverbrauch aber durchaus genügen, zumal sich etwaige kleine Abweichungen in den einzelnen Zentralen bei Berechnung der Durchschnittszahl wieder bis zu einem gewissen Grade ausgleichen dürften. — [4]) Der wahre Verbrauch wird nur etwa 5400 cbm betragen haben, da der Bahnhof in Wirklichkeit nur im zweiten Halbjahr 1902 angeschlossen war. Er ist aber, ebenso wie der Bahnhofsverbrauch, so berechnet, als wäre der Bahnhof schon das ganze Jahr hindurch angeschlossen gewesen.

Über die Art der auf den Bahnhöfen zur Verwendung kommenden Brenner sei mitgeteilt, dafs in Hafsfurt im Gebrauch sind: 35 Brenner zu 15 Liter, 6 Brenner zu 20 Liter, 27 Brenner zu 25 Liter und 5 Brenner zu 30 Liter Stundenkonsum.

Kosten für Bau und Betrieb von Acetylenzentralen.

Baukosten.

Wie schon oben[1]) erwähnt, sind die Baukosten der älteren Acetylenzentralen für die heutigen Verhältnisse nicht mehr mafsgebend, da man damals noch über keine oder doch nur unzulängliche Erfahrungen verfügte und deshalb vielfach in der Dimensionierung u. s. w. nicht ohne weiteres das Richtige getroffen hat. Meist waren die Baukosten zu hohe, vereinzelt ist man aber auch in das entgegengesetzte Extrem verfallen und hat auf Kosten der Güte Ersparnisse zu machen gesucht, so z. B. in Grofsen-Linden und Daaden.

Nachstehend seien die Gesamtkosten für eine Reihe älterer Zentralen[2]) und, soweit uns bekannt, auch diejenigen für einzelne Teile derselben aufgeführt:

Ort	Jahr der Errichtung	Länge des Rohrnetzes km	Baukosten insgesamt Mk.	Kosten für		
				Gebäude Mk.	Apparate Mk.	Rohrnetz Mk.
Oliva	1899	5,0	79108	14444	23071	41593
Guttstadt . . .	1899	6,0	52000	6000[3])	16000	30000
Johannisburg .	1899	5,0	60000	—	—	—
Passenheim . .	1899	2,5	34000[4])	—	—	—
Sensburg . . .	1899	6,0	95000	—	—	—
Allendorf-Souden	1899	8,5	100000	21000	79000	
Grofsen-Linden .	1899	2,5	13000	1000	12000	
Pillkallen . . .	1899	4,5	52000	4000	42000	
Ellerbeck . . .	1899	7,3	72200	11500	72200	
Peiskretscham .	1899	6,2	78000	—	—	—
Bischofswerder .	1900	3,3	40500	—	—	—
Daaden	1900	3,6	23400	1343	22600	
Neukirch . . .	1900	0,8	15000	—	—	—
Zwischenahn . .	1900	3,6[5])	20955	3400	7185	7907
Schlochau . . .	1900	4,5	49656	4870	13775[6])	19562

Die Angaben sind nicht genau untereinander vergleichbar, da sich in einigen Fällen die gesamten Baukosten zusammensetzen aus den

[1]) Vergl. S. 465. — [2]) Näheres über diese Zentralen vergl. S. 664 u. flgde. — [3]) Einschliefslich Heizanlage. — [4]) Ausschliefslich Gebäude. — [5]) Die jetzige Länge des Rohrnetzes beträgt rund 5 km. — [6]) Einschliefslich 5475 Mk. für Wasserbeschaffung.

Kosten für Gebäude, Apparate und Rohrnetz, wobei unter „Apparate“ offenbar alles aufgezählt ist, was nicht zu Gebäuden oder zum Rohrnetz gehört, während in anderen Fällen die Gesamtkosten höhere sind, als der Summe der Ausgaben für Gebäude, Apparate und Rohrnetz entspricht. Trotzdem dürften die Angaben genügen, um zu zeigen, wie sich die Kosten für die fraglichen Acetylenzentralen verteilen.

Für die Zentralen in Schlochau und Zwischenahn mögen die Baukosten nachstehend noch etwas genauer aufgeführt werden:

Schlochau.

Apparate	8300	Mk.
Wasserstation	5475	„
Gebäude	4870	„
Projekte und Bauleitung	1630	„
Beleuchtungskörper	1696	„
Rohrleitung	19562	„
Gasuhren	2840	„
Hausanschlüsse	2923	„
Erd- und Pflasterarbeiten	2360	„
Zusammen	49656	Mk.

Zwischenahn.

Grundstück	590	Mk.
Gebäude	3400	„
Apparate	7185	„
3636,7 m Rohrnetz	7907	„
Inventar	71	„
54 Gasuhren	1802	„
Zusammen	20955	Mk.

Aus diesen über die Baukosten älterer Zentralen gegebenen Zahlen geht hervor, dafs die Kosten für das Rohrnetz, soweit darüber gesonderte Angaben vorliegen, stets die Hauptausgabe bilden. Diese sind wiederum abhängig von der Länge und Weite der Rohre, von den Boden- nebst Terrainverhältnissen[1]), sowie weiter von der Art der Dichtung und der Sorgfalt, mit der die Verlegung vorgenommen wurde. Sie sind deshalb naturgemäfs grofsen Schwankungen unterworfen. Es kostet z. B. 1 km Strafsenrohr in:

Oliva	8319	Mk.
Guttstadt	5000	„
Schlochau	4347	„
Zwischenahn	2196	„

[1]) Vergl. S. 474.

Diese Unterschiede können nur zu einem ganz geringen Bruchteil durch die verschiedenen Preise für die Rohre selbst, die bekanntlich gewissen Schwankungen unterworfen sind, bedingt sein.

Weitere recht bedeutende Unterschiede zeigen die Herstellungskosten für die Gebäude. Teilweise mag dies darauf zurückzuführen sein, dafs zu einigen Zentralen noch ein Wohnhaus für den Gasmeister gehört, wodurch naturgemäfs die Gebäudekosten unter Umständen auf das Doppelte vermehrt werden können, zumal wenn in dem Wohnhause noch reichlich grofs bemessene Kontor- und Lagerräume vorgesehen sind. Dies wird wohl meist nur da in Frage kommen, wo aus Mangel an geeigneten ortsansässigen Installateuren seitens der Zentrale auch alle Installationsarbeiten ausgeführt werden und ein ausreichendes Lager von Beleuchtungskörpern zu unterhalten ist, so dafs das Amt des Gasmeisters in der Regel nicht nebenamtlich [1]) ausgeübt werden kann.

Wenn die Gebäude nach den oben [2]) gegebenen Vorschriften ausgeführt werden, so ist selbst für eine sehr kleine Ortszentrale natürlich nicht daran zu denken, dafs dies für einen Betrag von 1000 Mk. möglich ist, wie z. B. in Grofsen-Linden. Andererseits ist aber in manchen Zentralen viel zu verschwenderisch gebaut, was jedenfalls nicht nötig ist.

Die mitgeteilten Zahlen dürften zur Genüge zeigen, dafs einheitliche Angaben über die Herstellungskosten von Acetylenzentralen nicht zu machen sind. Schon oben [3]) wurde an einem Beispiele gezeigt, dafs sich mit den heutigen Erfahrungen eine Acetylenzentrale für eine Stadt von 4000 bis 5000 Einwohnern bei einer Länge des Rohrnetzes von 8 km für höchstens 70000 Mk. herstellen läfst. Hier soll ein Kostenanschlag wiedergegeben werden für eine Zentrale (Einwurfsystem) in einer Ortschaft mit 3000 Einwohnern und mit einer Länge des Strafsenrohres von 4 km. Der Ort ist in der Ebene gelegen und hat bis auf mehr als etwa $^1/_2$ m Tiefe reinen Sandboden, während sich darunter lehmiger Sand befindet. Die Boden- und Terrainverhältnisse sind also sehr günstige. Die Gröfse der Apparate ist so bemessen, dafs die Anstalt für 3600 Einwohner bei einem wohl nur in den seltensten Fällen und nach langen Jahren zu erreichenden Höchstkonsum von 10 cbm auf Kopf und Jahr ausreicht, d. h. also, dafs ohne jede Überlastung der Entwickler im Durchschnitt bis zu 100 cbm Gas in 24 Stunden entwickelt, aufgespeichert und gereinigt werden können.

Die Zentrale wird auf Rechnung einer Genossenschaft gebaut und nach jeder Richtung hin solide ausgeführt. Für das Rohrnetz wird eine mehrjährige Garantie dahin gegeben, dafs der Gasverlust auf 1 km Strafsenrohr bei der Abnahme nicht mehr als 10 Liter, während der Garantiezeit nicht mehr als 20 Liter stündlich betragen darf [4]). Ein

---

[1]) Vergl. S. 472. — [2]) Vergl. S. 476 u. flgde. — [3]) Vergl. S. 461. — [4]) Vergl. S. 655.

Wohnhaus für den Gasmeister ist nicht vorgesehen. Die Preise verstehen sich einschliefslich Montage.

1.	**Gebäude.**	
	Einschliefslich Grunderwerbskosten; Herrichtung des Bauplatzes und Umzäunung	6 000 Mk.
2.	**Apparate.**	
	2 Entwickler	1 400 „
	Kondensator	300 „
	Wäscher	370 „
	Vorreiniger, 2 Reiniger mit säurefesten Einsätzen und Trockner	1 100 „
	Manometertafel, Stationsgasmesser, Druckregler	850 „
	Pumpe und Wasserreservoir mit allem Zubehör einschliefslich Leitungen	480 „
	Heizanlage mit sämtlichem Zubehör für Gasanstaltsgebäude und Gasbehälter	1 100 „
	Rohrverbindungen in der Gasanstalt einschliefslich aller Umleitungen, Hähne, Wassertöpfe u. s. w.	2 500 „
	Gasbehälter mit 50 cbm nutzbarem Fassungsraum	3 900 „
3.	**Rohrnetz.**	
	400 m schmiedeeiserne Gasrohre von 3″ bis herunter zu $^3/_4$″ Weite, vollständig fertig verlegt, einschliefslich allem Zubehör, wie Wassertöpfe, Absperrschieber, Strafsenkappen mit Schlüsseln u. s. w., und mit Erdarbeiten	15 000 „
4.	45 Strafsenlaternen	3 000 „
5.	Bauleitung und Unvorhergesehenes	3 000 „
		39 000 Mk.

Eine Anlage mit der gleichen Leistungsfähigkeit läfst sich in weniger solider Ausführung ganz bedeutend billiger herstellen. Es sei z. B. darauf hingewiesen, dafs, während vorstehend bei günstigen Terrain- und Bodenverhältnissen für 4 km Rohrnetz ein Betrag von 15 000 Mk. eingesetzt ist, das Rohrnetz in Zwischenahn bei 3637 m Länge nur 7907 Mk. gekostet hat.

Es kann jedoch nicht genug davor gewarnt werden, beim Bau der Zentrale Ersparungen am unrechten Orte zu machen, da sich dies nach kurzer Zeit rächen wird und durch die erforderlichen Ausbesserungen oder Erweiterungen die Gestehungskosten gröfser werden als bei einem von vornherein nach jeder Richtung soliden Bau. Bei den im Verhältnis zu allen anderen zentralen Beleuchtungsanlagen äufserst niedrigen Baukosten wird dies selbst in minder bemittelten Gemeinden nicht auf ernstliche Schwierigkeiten stofsen.

Betriebskosten.

Aus den in den voraufgegangenen Kapiteln gegebenen Darlegungen geht hervor, dafs an sich der Betrieb einer Acetylenzentrale ein aufserordentlich einfacher ist. Die zu erledigenden Arbeiten können von einer einzigen Persönlichkeit ohne jede wissenschaftliche Fachbildung (Gasmeister) erledigt werden. In verschiedenen Zentralen besorgt der Gasmeister auch noch das Anzünden und Auslöschen der Strafsenlaternen, ohne dafs er deshalb mit Arbeiten überlastet wäre. In der Praxis hat es sich jedoch herausgestellt, dafs man durchweg billiger zum Ziel kommt, wenn man die Arbeiten teilt und sie mehreren Personen im Nebenamt überträgt[1]). Selbst in gröfseren Acetylenzentralen wird man für die eigentliche Bedienung der Gasanstalt einschliefslich Buchführung, Einkassieren der Monatsrechnungen, sowie Anzünden und Auslöschen der Laternen nicht mehr als höchstens 1200 Mk. jährlich anzuwenden haben. Meist wird für diese Arbeiten weniger bezahlt. Wo dafür etwas gröfsere Aufwendungen zu machen sind (1500 bis 1800 Mk.), besorgt der Gasmeister auch noch die Installationen, wodurch die Mehrausgaben reichlich gedeckt werden.

Sowenig über die Anlagekosten eine für alle Verhältnisse passende Norm zu geben ist, sowenig ist das auch für die Betriebskosten möglich.

In der nachstehenden Aufstellung für sämtliche in Acetylenzentralen erwachsenden Ausgaben sind deshalb nicht überall Zahlen eingesetzt. Es sind aber darin alle Posten angeführt, die überhaupt unter „Ausgaben" in Frage kommen können.

Soweit für die Ausgaben Zahlen eingesetzt sind, sind diese für eine Zentrale mittleren Umfanges gedacht, die ein Anlagekapital von 50 000 Mk. erfordert hat.

Jährliche Ausgaben für den Betrieb von Acetylenzentralen.

I. Verwaltungskosten.

Gehalt des Rechnungsführers Gehalt des Gasmeisters Bedienung der Strafsenlaternen	1200 Mk.
Versicherung der Gebäude und deren Einrichtung	100 „
Schreibmaterialien, Formulare u. s. w.	20 „

II. Unterhaltungskosten der Anlage.

Unterhaltung der Gebäude	50 Mk.
Unterhaltung der inneren Einrichtung	100 „
Unterhaltung des Rohrnetzes und der Strafsenlaternen	250 „

[1]) Vergl. S. 472.

III. Materialkosten.

Calciumcarbid
Reinigungsmasse
Trockenmasse
Für Wasserpumpen . . . . 100 Mk.

IV. Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals.

4 Proz. Verzinsung von 50 000 Mk. . . . . . . 2000 Mk.
$1^1/_2$ Proz. Amortisation von 50 000 Mk. . . . . . 750 „
1 Proz. Reserve von 50 000 Mk. für einen Abnutzungsfonds . . . . 500 „

Die gröfste Ausgabe bildet die Beschaffung des Carbides. Für die hier gedachte Zentrale können dafür unter normalen Verhältnissen vielleicht 5000 Mk. jährlich angesetzt werden. Die Ausgaben für Reinigungs- und Trockenmasse sind demgegenüber bei Benutzung normalen Carbides verschwindend gering.

Da die Bezahlung der Gasrechnungen monatlich erfolgt, ist nur ein ganz geringes Betriebskapital erforderlich. Der zur Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sowie zur Beschaffung eines Reservefonds nötige Betrag kann aus den monatlichen Einnahmen zurückgestellt werden. Es genügt, wenn das für einen Waggon Carbid erforderliche Geld, sowie im übrigen ein solcher Betrag vorhanden ist, dafs die Löhne u. s. w. für zwei Monate gedeckt sind. Mit zusammen 3000 Mk. ist dies zu ermöglichen, so dafs diese Summe selbst für gröfsere Zentralen als Betriebskapital durchaus genügt.

Mischung (Verdünnung) des Acetylens mit anderen Gasen.

Alsbald nach Bekanntwerden der Möglichkeit einer technischen Verwertung des Acetylens wurde die Benutzung desselben für Beleuchtungszwecke im Gemenge mit anderen Gasen ins Auge gefafst. So haben bereits Tenner und Vogel Ende des Jahres 1894, als von einer allgemeinen Einführung des Glühlichtes noch nicht die Rede war, eine Anreicherung des Steinkohlengases mit Acetylen vorgeschlagen, und in den folgenden Jahren wurde, wie unten gezeigt werden wird, von den verschiedensten Seiten eifrig die Frage der Vermischung des Acetylens mit Gasen, Gasgemengen oder Dämpfen studiert. Veranlassung hierzu boten verschiedene Umstände, darunter insbesondere die folgenden:

Bekanntlich gab es in den ersten Jahren nach Einführung der Acetylenbeleuchtung keinen wirklich guten Brenner. Alle damals im Gebrauch befindlichen Acetylenbrenner fingen nach einer gewissen Anzahl von Brennstunden an zu blaken. Sobald man aber das Acetylen bis zu einem gewissen Grade mit anderen Gasen verdünnte, fiel diese lästige Eigenschaft fort.

Anfänglich wurde vielfach von der Auffassung ausgegangen, Acetylen habe für Beleuchtungszwecke vornehmlich dann eine grofse Zukunft, wenn man es im komprimierten Zustande verwenden könne. Nun nimmt jedoch das Acetylengas schon bei einem zwei Atmosphären übersteigenden Druck explosible Eigenschaften an[1]. Eine Vermischung mit anderen Gasen oder Dämpfen bewirkt aber, weil ein Teil der Zersetzungswärme des Acetylens zur Erwärmung der letzteren verbraucht wird, in vielen Fällen eine bedeutende Verschiebung der Explosionsgrenze nach oben, teilweise sogar für die im praktischen Betriebe vorkommenden Verhältnisse eine völlige Aufhebung derselben. Man glaubte deshalb, dafs, wie sich Lewes noch im Jahre 1898 äufserte[2], „die ganze Zukunft des Acetylens davon abhängig sei, dafs es gelänge, für dasselbe ein billiges Verdünnungsmittel ausfindig zu machen, welches seinen gesamten Leuchtwert als Anreicherungsmittel übernehme und dabei die Gefahr einer Explosion bei Verwendung im komprimierten Zustande reduziere oder ganz beseitige".

Die in den Jahren 1895 bis 1898 nach dieser Richtung hin angestellten Untersuchungen haben jedoch aus den verschiedensten Gründen, von einer Ausnahme abgesehen, ein praktisch verwertbares Ergebnis nicht geliefert. Lediglich die von Julius Pintsch, Berlin, für Eisenbahnbeleuchtung eingeführte Vermischung des Acetylens mit dem Fettgas (Ölgas), über die in einem besonderen Kapitel[3] ausführlich berichtet wird, hat eine weite Verbreitung gefunden, indem fast ausnahmslos alle deutschen und viele ausländische Eisenbahnverwaltungen sich dieses „Mischgases", wie es kurzweg genannt wird, zur Beleuchtung der Züge bedienen.

Weiterhin ist dann über eine Fortsetzung solcher Versuche zunächst nichts bekannt geworden, in der Hauptsache wohl deshalb, weil die vorgenannten Gründe inzwischen mehr oder weniger hinfällig geworden waren. Man hatte gelernt, bessere Brenner zu konstruieren, und eingesehen, dafs die Verwendung komprimierten Acetylens — abgesehen von der durch Einführung des Pintschschen Mischgases ebenfalls nicht mehr in Frage stehenden Beleuchtung der Eisenbahnzüge — doch nicht die ihr anfänglich beigemessene Bedeutung verdiene.

Erst neuerdings hat die Verwendung eines Verdünnungsmittels für Acetylen wieder erneute Bedeutung gefunden, nachdem Heil gezeigt hat, dafs ein Gemenge von Acetylen mit Dämpfen von Kohlenwasserstoffen, die zwar bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, aber ohne Zufuhr von Wärme leicht in Dampfform übergeführt werden können (Benzin), sowie von Äthern oder Estern (Schwefeläther, Essigäther u. s. w.) gewisse wirtschaftliche Vorteile namentlich bei Benutzung des Gases für Heiz- und Kraftzwecke bietet. Auch Schneider hat in ganz ähnlicher Weise eine Verdünnung des Acetylens vorgeschlagen, indem er

[1] Vergl. S. 140. — [2] Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 4. — [3] Vergl. S. 719 u. flgde.

das sog. Luftgas[1]) in der Weise abänderte, dafs er darin die Luft teilweise durch Acetylengas ersetzte. Die diesbezüglichen Vorschläge haben jedoch, so eingehend bereits durch Laboratoriumsversuche ihre Bedeutung festgestellt erscheint, bis heute[2]) noch keinen Eingang in die Praxis gefunden. Wenn aber, wie anzunehmen ist, dies in absehbarer Zeit der Fall sein wird, so sind es im Gegensatz zu den meisten gleichartigen Bestrebungen aus früherer Zeit vorwiegend Gründe wirtschaftlicher Art, welche dazu Veranlassung geben, wie dies weiter unten[3]) noch ausführlicher dargelegt werden wird.

Mischung des Acetylens mit Gasen und Gasgemischen.

Zur Verdünnung des Acetylens sind die verschiedenartigsten Gase vorgeschlagen worden[4]). Insbesondere haben L. M. Bullier in Paris und Vivian B. Lewes in Greenwich sich mit dem Studium der einschlägigen Verhältnisse beschäftigt. Wir unterlassen es, hier eingehend über sämtliche von diesen Forschern angestellten Versuche zu berichten, beschränken uns vielmehr darauf, kurz über die wichtigsten Ergebnisse das Folgende mitzuteilen:

Bullier[5]) hat Gemische von Acetylen mit Stickstoff, Kohlensäure, Wasserstoff, Steinkohlenleuchtgas, Stickstoff und Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, Stickstoff und Kohlensäure und Sauerstoff untersucht. Seine Versuche ergaben, dafs zur guten Verbrennung von Gemischen des Acetylens mit nicht brennbaren Gasen die Anwesenheit von Sauerstoff erforderlich ist. Gemische von Acetylen mit solchen brennbaren Gasen, welche beträchtliche Mengen Wasserstoff enthalten und also wesentlich leichter sind als Acetylen, ergaben einen gröfseren Verbrauch als Mischungen, deren Dichte sich derjenigen der Luft nähert. Bullier folgerte aus seinen Untersuchungen, dafs Mischungen von Acetylen mit billigem Wassergas oder solche von Acetylen mit Stickstoff und wenig Sauerstoff (Luft) Verwendung finden könnten. Die letzteren wären in solchen Mengenverhältnissen zu benutzen, dafs der in ihnen enthaltene Sauerstoff zur Bildung eines explosiven Gemenges nicht ausreicht.

Mit einigen dieser Mischungen hat auch Lewes[6]) experimentiert. Die von ihm mit der Beimengung von Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure erhaltenen Ergebnisse decken sich nicht vollständig mit denjenigen von Bullier, was unter anderem wohl auf die Verschiedenartigkeit der benutzten Brenner zurückzuführen ist. Nach

[1]) Unter „Luftgas" versteht man bekanntlich ein Gemenge von Luft mit Dämpfen leichtflüchtiger Kohlenwasserstoffe. — [2]) Oktober 1903. — [3]) Vergl. S. 708. — [4]) Über den Einflufs der Beimengung von Gasen zu Acetylen oder zu Acetylen-Luft-Gemischen auf den Zerfall der letzteren vergl. oben S. 142 f. — [5]) Bulletin de la Soc. Chim. de Paris **1897**, 646. Ein ausführliches Referat befindet sich im Journ. f. Gasbel. **41**, 385. — [6]) Handbuch **1900**, 624; Ztsch. f. Calc. u. Acet. **2**, 3, 13, 20.

ihm ist bei Benutzung von Wassergas, Wasserstoff oder Kohlenoxyd die Beimengung sehr grofser Mengen Acetylen erforderlich, um überhaupt ein Leuchten hervorzubringen. Eine ökonomische Verwendung kann nach seiner Ansicht nur dann erfolgen, wenn Acetylen und Verdünnungsmittel in annähernd gleichem Verhältnis gemischt werden. Von der Benutzung des Stickstoffs zu diesem Zwecke versprach sich Lewes deshalb nichts, weil damals noch ein billiges und einfaches Verfahren zur Gewinnung des Stickstoffs aus der Atmosphäre unbekannt war.

Gegen die Beimengung des Acetylens zum Wassergas hat sich übrigens auch Strache[1]) aus rein wirtschaftlichen Gründen ausgesprochen, indem er unter Hinweis darauf, dafs die Wassergasflamme mindestens 25 Proz. Acetylenzusatz benötige, ehe man überhaupt eine brauchbare selbstleuchtende Flamme erhalte, darlegte, wie bei einem Carbidpreise von 50 Mk. für 100 kg durch eine solche Beimengung das Wassergaslicht um das 25fache verteuert werde, was selbst bei den zeitigen[2]) Carbidpreisen von 25 Mk. für 100 kg noch einer Verteuerung um das 12$^1/_2$fache gleichkommen würde.

Auch die früher vielfach erwogene Anreicherung des Steinkohlengases[3]) mit Acetylen ist aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen, da man bei noch so billigen Carbidpreisen niemals mit dem reinen Glühlicht des Steinkohlengases konkurrieren könnte.

Alle bislang erwähnten Mischungen kommen heute für den praktischen Gebrauch überhaupt nicht mehr in Frage, nachdem die Glühlichtbeleuchtung allgemeinen Eingang gefunden hat und die Brennerfrage auch für reines Acetylengas als durchaus gelöst anzusehen ist.

Die bereits im Jahre 1895 in Holland praktisch durchgeführte[4]) Benutzung eines Gemenges von Acetylen mit Luft wurde aus sicherheitstechnischen Gründen wieder aufgegeben, da derartige Mischungen innerhalb zu weiter Grenzen explosiv sind. Neuerdings hat A. Boistelle in Paris einen Apparat konstruiert, in welchem Acetylen und Luft in einem ganz bestimmten, angeblich unveränderlichen Verhältnis mit einander automatisch vermischt werden. Dieser Apparat wird unter der Bezeichnung Doseur-Mélangeur Molet-Boistelle von der Compagnie Universelle d'Acétylène in Paris seit Anfang des Jahres 1903 vertrieben. Das Acetylen-Luft-Gemenge soll unter einem Druck von nur 50 mm verbraucht werden. Der Apparat soll bereits an 70 Stellen im Betriebe sein[5]), so auf den Bahnhöfen in Hendaye und Cerbère an

[1]) Journ. f. Gasbel. **41**, 543. — [2]) Oktober 1903. — [3]) Dinglers polyt. Journ. **76**, 144 (1895); Ztsch. f. Calc. u. Acet. **1**, 20, 59, 156; Journ. f. Gasbel. **38**, 234; **41**, 109. — [4]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. **1**, 31; **2**, 4, 114. — [5]) Briefliche Mitteilungen von A. Boistelle an den Herausgeber vom 20. Sept. 1903. Eine Beschreibung des Apparates an der Hand von Abbildungen befindet sich in Revue Générale de l'Acétylène **2**, Nr. 13 vom 31. Jan. 1903 und in Le Génie Civil **43**, Nr. 13 vom 25. Juli 1903.

der spanischen Grenze. Es bleibt abzuwarten, wie weit es möglich sein wird, im praktischen Betriebe damit stets das gleiche Mischungsverhältnis zu erzielen.

Bei seinen schon erwähnten Untersuchungen hat Lewes unter anderem die Rolle des Methans im Gemenge mit Wasserstoff und anderen Gasen als Verdünnungsmittel für Acetylen sehr eingehend studiert. Er vergaste Teer und andere wohlfeile flüssige oder halbflüssige Kohlenwasserstoffe unter Einblasen von Dampf. Letzteres verhinderte, dafs in dem Vergaser, einem modifizierten Wassergasgenerator, die Kohlenwasserstoffe einfach in Kohlenstoff und Wasserstoff zersetzt wurden. Er gewann auf diese Weise ein Gas, welches neben 30 Proz. Methan 50 Proz. Wasserstoff und 15 Proz. Kohlenoxyd enthielt. Die restlichen 5 Proz. bestanden aus Kohlensäure, Stickstoff und schweren Kohlenwasserstoffen.

Dieses Gas kostet 8 bis 10 pence (65 bis 83 Pfg.) pro 1000 cbf. und hat einen Anfangsleuchtwert von 8 bis 10 Kerzen. Mischt man dasselbe mit 5 Proz. Acetylen, so erhält man eine Gasmischung mit einem Leuchtwert von 18 bis 20 Kerzen, welche dasselbe specifische Gewicht und Leuchtvermögen wie das Steinkohlengas besitzt und auf genau dieselbe Weise wie dieses verteilt und verbrannt werden kann.

Lewes hat ferner gefunden, dafs Mischungen dieses Gases mit 50 Proz. Acetylen nicht explodierbar sind, wenn sie, z. B. für Eisenbahnbeleuchtungszwecke, komprimiert werden, und zwar bei keiner Temperatur, die in dem Cylinder überhaupt eintreten kann.

Von der Benutzung dieser Gasmischung versprach sich Lewes für alle Beleuchtungszwecke einen ganz hervorragenden Erfolg. Er hielt sie für die einzige, die „nach dem damaligen Stande der Kenntnisse dem Acetylen eine weiteste und auch vom ökonomischen Gesichtspunkte aus sehr ergiebige Verbreitung sicherte“. Es läfst sich auch nicht leugnen, dafs dieselbe nach Untersuchungen, welche Otto Hehner[1]) in London teilweise in Gemeinschaft mit Pictet anstellte, wohl geeignet gewesen wäre, eine ganz ähnliche Rolle in der Eisenbahnbeleuchtung wie heute die Acetylen-Fettgas-Mischung zu spielen.

Mischung des Acetylens mit Dämpfen.

(Carburiertes Acetylen.)

Die Bemühungen, das Acetylengas in einer wirtschaftlich vorteilhaften Weise dadurch zu verwerten, dafs man es mit Dämpfen niedrig siedender Flüssigkeiten (Kohlenwasserstoffe, Äther, Spiritus u. s. w.) sättigt, sind, wie schon oben erwähnt, verhältnismäfsig neu und stützen sich bis heute in der Hauptsache nur auf Laboratoriumsversuche.

---

[1]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 20.

Zuerst hat Albrecht Heil in Frankfurt a. M. auf diese Verwendungsart aufmerksam gemacht. Mit Datum vom 30. Dezember 1899 ist ihm unter Nr. 120 307 ein deutsches Reichspatent erteilt auf sein

„Verfahren, die Verwendung des Acetylens wohlfeiler und ausgiebiger zu gestalten, darin bestehend, dafs man das fertig gebildete Acetylen durch oder über einen flüchtigen Kohlenwasserstoff, z. B. Petroleumäther, Gasolin oder Benzin, leitet und das so gebildete kohlenstoffreiche, von Luft und inerten Gasen freie Gemisch zur Verwendungsstelle gelangen läfst".

Mit Datum vom 8. Februar 1900 wurde ihm unter Nr. 132 362 ein weiteres deutsches Reichspatent erteilt auf ein den gleichen Zweck verfolgendes Verfahren, nach welchem:

„Acetylen unter Ausschlufs von Luft über Äther oder Ester (Schwefeläther, Essigäther u. dergl.) geleitet wird. Hierdurch wird das Acetylen, ohne dafs seine Explosionsfähigkeit erhöht wird, und ohne dafs es mit inerten Gasen belastet wird, verdünnt und dadurch für viele Verwendungszwecke, für welche es bisher nicht gebraucht werden konnte, geignet gemacht."

Ob und in welchem Umfange die in den vorstehend im Wortlaut wiedergegebenen Patentansprüchen aufgestellten Behauptungen sich in der Praxis als richtig erweisen werden, mufs die Zukunft lehren. Soweit es gestattet ist, nach den Ergebnissen der von Caro[1]) angestellten Laboratoriumsversuche zu urteilen, darf man wohl annehmen, dafs das Verfahren in seinen verschiedenen Modifikationen die ihm nachgerühmten Vorzüge thatsächlich auch in der Praxis aufweisen kann, sofern es gelingt, die mit der praktischen Durchführung verbundenen, offenbar nicht geringen Schwierigkeiten zu überwinden. Dafs solche vorhanden sind, geht aus dem unter Nr. 142 901 mit Datum vom 12. August 1902 der Besitzerin der Heilschen Patente, der Firma Keller & Knappich, Gesellschaft für Gascarburation m. b. H. in Augsburg, erteilten Zusatzpatent zu dem vorerwähnten Patent Nr. 120 307 hervor. Nach demselben soll das Acetylen nicht durch die Kohlenwasserstoffe hindurchgeleitet werden, vielmehr will man die Dämpfe aus letzterem besonders entwickeln und diese dann mit dem Acetylen mischen. Die Ausführung des Verfahrens ist nach der Patentschrift in folgender Weise gedacht:

Ein Behälter, der mit einem Kohlenwasserstoff gefüllt wird, wird durch eine entsprechende Erwärmung dazu gebracht, dafs sein Inhalt verdampft. Die entstehenden Dämpfe werden alsdann in einem gewöhnlichen Gasbehälter angesammelt. In einem anderen Gasbehälter befindet sich das reine Acetylen. Die Vermischung dieser in einem beliebigen

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **4**, 423; **6**, 13, 25.

Mischungsverhältnis geschieht dadurch, dafs die Abgangsrohre der Gasbehälter durch je eine Mischgasuhr geführt werden. Beide Gasuhren sind durch eine Gallsche Gelenkkette, die auf Zahnrädern läuft, verbunden. Die Zahnräder selbst sind auf den Achsen der Gastrommeln aufgesetzt und in beliebigen Gröfsenformen anzubringen, so dafs alsdann der Kohlenwasserstoff wie auch das reine Acetylen, in einem bestimmten Verhältnis gemischt, durch ein gemeinsames Rohr an die Verbrauchsstelle geführt werden. Damit die Vermischung eine durchaus gleichmäfsige ist, befindet sich gleich am Vereinigungspunkte der Gase ein zweckdienlicher Mischkasten, der aber eventuell auch entbehrt werden kann.

Die Verdampfung der Kohlenwasserstoffe und die dadurch bedingte Zufuhr künstlicher Wärme einerseits, die Notwendigkeit der Aufstellung eines zweiten Gasbehälters und der Mischuhren andererseits bedeuten eine Erschwerung des Betriebes, die sicher vermieden wäre, wenn man nicht offenbar der Auffassung huldigen würde, dafs auf dem einfacheren Wege gewisse praktische Schwierigkeiten schwer zu überwinden sind. Letztere dürften einerseits in der Herstellung einer stets konstanten Mischung, andererseits in der Verhinderung einer Entmischung durch Abscheidung von Kondensaten zu suchen sein.

Diese Erwägungen gewinnen an Wahrscheinlichkeit durch die bis jetzt bekannt gewordenen Erfahrungen, welche man in der Praxis mit dem carburierten Acetylen, dem von der vorgenannten Gesellschaft die Bezeichnung „Heilgas“ beigelegt wurde, gemacht hat.

Im Sommer 1902 ist in der Acetylenzentrale Skelskör (Dänemark) ein praktischer Versuch mit carburiertem Acetylen von der Acetylencompagniet ved Konow, Nyeboe & Nissen zu Kopenhagen gemacht. Die genannte Firma schreibt darüber unter dem 15. Mai 1903 folgendes[1]: „Wir carburierten das Acetylen im Apparathause, haben es aber nach sechs Monaten wieder aufgeben müssen. Das so carburierte Acetylen ist zwar sehr gut für Kochzwecke zu gebrauchen, nicht aber für Glühlicht, da es in seiner Zusammensetzung hierfür nicht konstant genug ist und die Glühkörper leicht verrufsen. Wir haben dann versucht, die Carburation mit Hilfe kleiner Carburatoren in den einzelnen Häusern vorzunehmen, haben aber auch dies wegen verschiedener Schwierigkeiten wieder aufgegeben.“

Caro hat zu seinen Versuchen benutzt: zwei Benzinsorten, eine mit verhältnismäfsig niedrigem, die andere (gewöhnliches Benzin des Handels) mit höherem Siedepunkt, ferner Benzol und Spiritus. Die letzteren beiden mufsten schwach erwärmt werden, um sie zur Carburation benutzen zu können.

Mit den beiden Benzinsorten wurden fünf Mischungen hergestellt, welche auf je 100 Liter Acetylen enthielten:

---

[1]) Briefliche Mitteilung an den Herausgeber.

Benzin-Acetylen I: 50 Liter Benzindampf der niedrig siedenden Sorte
„ II: 100 „ „ „ „ „ „
„ III: 10 „ „ „ höher „ „
„ IV: 25 „ „ „ „ „ „
„ V: 50 „ „ „ „ „ „

Die Mischungen mit Benzol und Spiritus wurden so vorgenommen, dafs sie auf je 100 Liter Acetylen die gleiche Menge Benzol- bezw. Spiritusdampf enthielten.

Die Explosionsgrenzen dieser Mischungen ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	Explosionsgrenze in Proz. des brennbaren Gases		Explosionsbereich
	untere	obere	
Benzin-Acetylengas I . . .	5,4	10,2	4,8
„ II . . .	4,8	9,2	4,4
„ III . . .	2,5	30,0	27,5
„ IV . . .	2,1	16,2	14,1
„ V . . .	2,0	12,6	10,6
Benzol-Acetylengas	3,4	22,0	18,6
Spiritus-Acetylengas . . .	3,1	12,0	8,9

Der Heizwert, bestimmt durch Messung im Junkersschen Kalorimeter, betrug für je 1 Liter der Mischung:

Benzin-Acetylengas I . . . . 16 610 Kal.
„ II . . . . 18 640 „
„ III . . . . 16 500 „
„ IV . . . . 20 000 „
„ V . . . . 24 000 „
Benzol-Acetylengas . . . . . 24 200 „
Spiritus-Acetylengas . . . . . 12 840 „

Die Entzündungstemperatur für Benzin-Acetylengas II wurde zu 582° C. gefunden, diejenige der Benzin-Acetylenmischungen III bis V lag zwischen 630° und 720° C.

Es betrug die Temperatur einer gewöhnlichen Flamme der Mischung II 1600° C., diejenige einer entleuchteten Flamme im Bunsenbrenner

bei Mischung II . . . . 1650° C.
„ „ III . . . . 1620° „
„ „ IV . . . . 1730° „
„ Benzol-Acetylengas . . . . . 1820° „
„ Spiritus-Acetylengas . . . . 1610° „

Die photometrischen Untersuchungen mit den verschiedenen Benzin-Acetylenmischungen ergaben für Mischung II pro Hefnerkerze und Stunde im offenen 10 Liter-Brenner einen Verbrauch von 0,8 bis 1,0 Liter, im Glühlichtbrenner einen solchen von 0,34 bis 0,36 Liter.

Die Ergebnisse der mit den Mischungen III bis V vorgenommenen Messungen zeigt folgende Zusammenstellung:

Gasart	Druck in Millimeter	Angegebener Konsum in Liter	Wahrer Konsum in Liter	Lichtstärke		Verbrauch pro Hefnerkerze u. Stunde in Liter
				in Hefnerkerzen	in Hefnerkerzen pro Liter u. Stunde	
Mischung III	80	15	15,1	54,4	3,6	0,28
	100	15	15,6	59,3	3,8	0,27
	120	15	16,3	62,0	3,8	0,27
Mischung IV	80	15	15,1	52,8	3,5	0,29
	100	15	15,6	57,7	3,7	0,275
	120	15	16,3	60,1	3,75	0,275
Mischung V	80	15	15,1	46,8	3,1	0,32
	100	15	15,6	50,0	3,2	0,31
	120	15	16,3	52,1	3,2	0,31

Bekanntlich zeigen alle durch Carburation mit leicht flüchtigen Stoffen hergestellte Mischungen von Gasen mit Dämpfen den grofsen Nachteil, dafs bei ihrem Fortleiten in Röhren durch die dabei unvermeidliche Reibung ein Teil der Kohlenwasserstoffe im tropfbar flüssigen Zustande niedergeschlagen wird. Im Sommer und überhaupt bei einer höheren Aufsentemperatur kann dies zwar an sich lästig werden, doch handelt es sich dabei zumeist nur um so geringe Mengen, dafs bei hinreichender Aufmerksamkeit erhebliche Störungen im Betriebe dadurch kaum hervortreten und immer nur Nachteile wirtschaftlicher Art in Frage kommen können, zumal das nachströmende Gas einen Teil der abgeschiedenen Flüssigkeit wieder in Dampf verwandeln wird. Sobald aber im Winter Kälte eintritt, wird die Menge der flüssigen Abscheidungen im Rohrnetz gröfser, weil entsprechend der niedrigeren Temperatur auch die Sättigungsgrenze des carburierten Gases für die Dämpfe der Kohlenwasserstoffe eine immer niedrigere wird. Da nun bei niedriger Aufsentemperatur die Carburation unter künstlicher Erwärmung ausgeführt wird, so mufs durch starke Abkühlung der Dampfmischung bei der Fortleitung, also z. B. während einer anhaltenden Frostperiode, ein solches Anwachsen der Ausscheidungen im Rohrnetz erfolgen, dafs dadurch in mehrfacher Hinsicht Nachteile entstehen, die unter Umständen zu einem Versagen der

ganzen Anlage führen können[1]), indem nämlich einerseits die abgeschiedenen Flüssigkeitsmengen dem nachströmenden Gase ganz oder doch teilweise den Weg versperren können und andererseits infolge der Abscheidungen der wirtschaftliche Wert des Gases derart vermindert werden kann, dafs es, wenn, wie bei der carburierten Luft, die Dämpfe der Kohlenwasserstoffe seinen Hauptwert bedingen, überhaupt unbrauchbar wird. Aus diesem Grunde kann z. B. das Luftgas (Aerogengas) nicht zur zentralen Beleuchtung herangezogen werden. Geschieht es dennoch, wie z. B. in Kelheim (Niederbayern), so werden sich bei jeder anhaltenden Kälteperiode schwerwiegende Nachteile ergeben. Wesentlich günstiger liegen in dieser Hinsicht die Verhältnisse beim carburierten Acetylen. Da das Acetylengas im Gegensatz zur Luft auch für sich allein für die Zwecke der Beleuchtung oder Heizung verwendbar ist, so kann durch Abscheidung eines Teils der Kohlenwasserstoffe im Rohrnetz niemals eine solche Entwertung des Gases erfolgen, dafs dadurch eine ernsthafte Betriebsstörung eintritt, denn das schwach carburierte Gas wäre ja nichts anderes als wenig gesättigtes Acetylen. Aus dem gleichen Grunde kann man aber durch schwache Carburierung ein solches Acetylen-Dampfgemisch herstellen, welches weit unter der jedesmal in Frage stehenden Sättigungsgrenze des Acetylengases für den betreffenden Dampf liegt. Dadurch würden Abscheidungen im Rohrnetz, wenn auch vermutlich nicht ganz zu vermeiden, so doch auf ein geringes und erträgliches Mafs zu beschränken sein, wie noch weiter unten gezeigt wird. Die vorstehend mitgeteilten Zahlen ergeben, dafs eine geringe Abscheidung der dem Acetylengas beigemengten Dämpfe von Kohlenwasserstoffen eine Verringerung des calorimetrischen, dagegen eine Steigerung des photometrischen Wertes zur Folge haben würde.

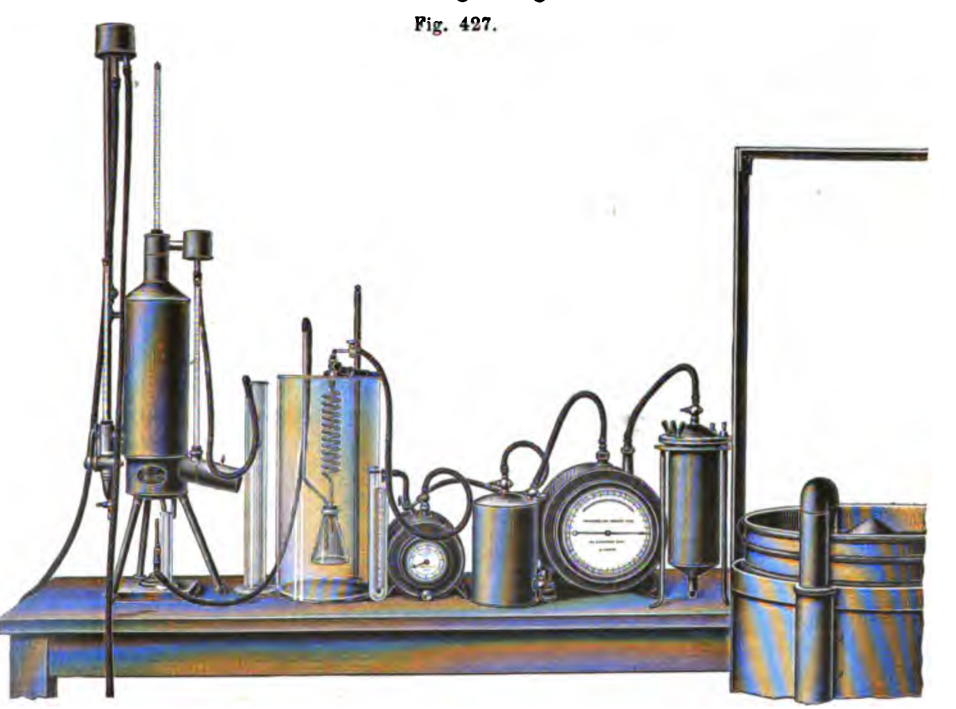
Caro hat die Frage, bis zu welchem Grade durch Abkühlung des carburierten Acetylens eine Abscheidung des Carburationsstoffes erfolgen kann, experimentell zu ermitteln gesucht. Er bediente sich dazu des in der Fig. 427 veranschaulichten Apparates. Das in einem Gasbehälter (in der Abbildung ganz rechts) aufgespeicherte Acetylengas passierte nacheinander einen Reiniger, eine erste Experimentiergasuhr, einen gewogenen Carburator, eine zweite Experimentiergasuhr, sowie eine Kühlvorrichtung. Letztere bestand aus einer Glasschlange mit etwa 20 Windungen, die sich in einem Kühlgefäfs befand. Das untere Ende der Schlange steckte in einem doppelt tubulierten Kondenskölbchen, welches in ein offenes Becherglas eingestellt und auf dieselbe Temperatur wie die Schlange abgekühlt wurde. Hier sammelte sich das abgeschiedene Benzin an, während das Gas weiter zum Brenner des Kalorimeters (vergl. die Fig. 427) oder auch eines Photometers geführt wurde.

---

[1]) Vergl. Vogel u. Caro, Gutachten über die Aerogengaszentrale in Kelheim. Acet. i. Wiss. u. Ind. 6, 121.

Der erste Gasmesser ergab die verbrauchten Liter Acetylen, der zweite die gebildeten Liter Mischgas, die Gewichtsdifferenz des Carburators die Gramme verwendeten Benzins, die Gewichtsdifferenz des Kondenskölbchens die Gramme des abgeschiedenen Benzins. Das Volumen des nach Abscheidung des Benzins erhaltenen Gases wurde aus der Menge des abgeschiedenen Benzins berechnet. Die Geschwindigkeit des Gasstroms betrug 15 bis 20 Liter in der Stunde bei einem Drucke von 100 mm. Der Versuch wurde so geleitet, dafs zunächst der Schlangenkühler und das Kondenskölbchen ausgeschaltet wurden, sodann wurde derselbe mit eingeschaltetem Kühlerwied erholt. Ein Mittel von sechs Versuchen ergab folgende Resultate:

Fig. 427.



Apparat zur Untersuchung des carburierten Acetylens mit Junkersschem Kalorimeter.

a) 1 Liter des verwendeten Acetylengases gab im Kalorimeter 12 962 cal., im offenen 10 Liter-Brenner 1,33 Hefnerkerzen und im Glühlichtbrenner 3,72 Hefnerkerzen in der Stunde.

b) 10 Liter Acetylen nahmen bei 20° C. 26,55 g Benzin vom specifischen Gewicht 0,6724 auf unter Bildung von 21,6 Liter Mischgas. Von diesem Mischgas gab 1 Liter im Glühlichtbrenner 3 Hefnerkerzen, im offenen 10 Liter-Brenner 1 Hefnerkerze in der Stunde und im Kalorimeter 19 236 cal.

c) 12 Liter dieses Gases wurden auf 0° abgekühlt. Hierbei schieden

sich 6,81 g Benzin ab, entsprechend 46,6 Proz. Nach der Abkühlung ergab eine Menge dieses Gases, welche 1 Liter des ursprünglich vorhandenen, nicht abgekühlten Gases entsprach, 13 400 cal., was unter Berücksichtigung des verminderten Volumens 17 866 cal. für das Liter des abgekühlten Gases ausmacht. Die mit letzterem vorgenommene photometrische Messung ergab für 1 Liter im offenen Brenner 1,11 Hefnerkerzen, im Glühlichtbrenner 3,10 Hefnerkerzen in der Stunde.

d) 13,3 Liter dieses Gases wurden auf —12° abgekühlt. Die dadurch abgeschiedene Menge Benzin betrug 13,7 g, entsprechend 83,32 Proz. Das Gas ergab für jedes ursprünglich angewandte Liter 9070 cal., entsprechend 16 436 cal. auf 1 Liter abgekühlten Gases, da das Volumen des letzteren sich zu 7,35 Liter berechnet. Der photometrische Effekt von 1 Liter des nach der Abkühlung gewonnenen Gases betrug im offenen Brenner 1,21 Hefnerkerzen, im Glühlichtbrenner 3,16 Hefnerkerzen in der Stunde.

Mit den oben als Benzin-Acetylengas III und IV bezeichneten Mischungen wurden unter gleichen Verhältnissen Abkühlungsversuche vorgenommen, welche folgendes ergaben:

Gastemperatur in °C.	Kalorimetrischer Wert für 1 Lit. in Kal.	Photometrischer Wert für Liter und Stunde	
		im Glühlichtbrenner in Hefnerkerz.	im offenen Brenner in Hefnerkerz.
15	20 000	3,7	0,6
0	17 300	3,9	1,2
—10	15 100	4,2	1,6
15	16 000	3,8	1,2
0	15 300	4,1	1,52
—10	14 800	4,2	1,68

Durch diese Versuche wurde festgestellt, dafs bei Abkühlung des carburierten Acetylens eine beträchtliche Abscheidung des aufgenommenen Benzins stattfindet. Das infolge der Abkühlung erhaltene Gas zeigte, wie zu erwarten war, hinsichtlich seines kalorimetrischen Wertes eine Verschlechterung, dagegen hinsichtlich seiner Lichtstärke eine Verbesserung, weil es mehr und mehr den Charakter reinen Acetylengases angenommen hatte.

Caro hat auf Grund dieser Befunde versucht, Gasgemische aus Acetylen und Kohlenwasserstoffen herzustellen, aus welchen die letzteren durch Kälte nicht abgeschieden werden.

Ein solches Gemisch wurde erhalten durch Sättigung von 100 Liter Acetylengas mit 10 g Benzin. Je 1 Liter des so erhaltenen Mischgases

ergab im Kalorimeter etwa 14 800 cal., im offenen Acetylenbrenner etwa 3 Proz. weniger Licht als Acetylen selbst; im Glühlichtbrenner konnte ein Unterschied gegen Acetylenlicht bezüglich der Helligkeit nicht festgestellt werden.

Die untere Explosionsgrenze dieses Gases im 19 mm-Rohr betrug 3,0, die obere 40,3, so dafs das Explosionsbereich 36,7 ausmachte.

Die geringe Beimengung von Benzindämpfen hatte also eine Verringerung des Explosionsbereichs um über 25 Proz. gegenüber dem reinen Acetylen bewirkt, und wenn auch dieses Explosionsbereich immerhin noch ein sehr erhebliches ist, so wurde doch bei Verwendung dieses Gases eine unverhältnismäfsig bessere und sicherere Funktion der Glühlichtbrenner festgestellt, als beim reinen Acetylengas.

Für die Glühlichtbrenner ist namentlich der Umstand von Wichtigkeit, dafs stark mit Luft versetzte Gemenge, welche ja im Glühlichtbrenner Anwendung finden, nicht explodieren, d. h. dafs die obere Explosionsgrenze des Gasgemisches herabgedrückt wird. Durch die Beimengung geringer Mengen Benzin wird dies aber auch in hohem Mafse erreicht, denn die ganze Verringerung des Explosionsbereiches des mit Benzindämpfen carburierten Acetylens beruht ausschliefslich, wie aus den oben gegebenen Zahlen ersichtlich ist, auf der Herabsetzung der oberen Explosionsgrenzen.

Für die Zwecke der Beleuchtung, namentlich in Zentralanlagen, wird vermutlich ein derartiges schwach carburiertes Gas vorteilhaft Anwendung finden können. Ein solches Gas scheidet nach den Angaben von Caro weder durch Reibung in den Leitungen, noch bei sehr starker Abkühlung (bis auf — 5°) Dämpfe ab, ist demnach in seiner Zusammensetzung als konstant anzusehen. Es gestattet ferner eine durchaus bequeme Verwendung von Acetylen in Glühlichtbrennern, selbst wenn dasselbe nicht vollkommen luftfrei ist, so z. B. bei Handapparaten mit nicht vollständiger Wasserfüllung, Automaten u. s. w.

Dieses Gas kann ohne weiteres in stark carburiertes Gas umgewandelt werden, sofern es sich darum handelt, ein stark wirkendes Heizgas zu erlangen, also bei Anwendung für Kochzwecke, für motorische Zwecke u. a. m.

Die Herstellung eines solchen schwach carburierten Gases ist nach den Mitteilungen von Caro sehr einfach; es genügt z. B., dem Entwickelungswasser die genügende Menge Petroleumäther zuzugeben, um das gewünschte schwach carburierte Gasgemenge zu erhalten.

Auf eine Tagesproduktion von 50 cbm sind 5 kg gewöhnlichen Benzins ausreichend, um ein Acetylengas zu erzeugen, welches ohne weiteres auch in Strafsenlaternen u. dergl. für Leuchtzwecke mit Glühlichtbrennern benutzt werden kann.

Der wirtschaftliche Wert des carburierten Acetylens ist abhängig von der Menge des Carburationsstoffes, den es enthält. Je gröfser letztere ist, um so wohlfeiler stellt sich das Gas bei Benutzung zu Heiz-

zwecken, um so niedriger wird aber der Lichtwert und umgekehrt. Mit abnehmendem Gehalt an Carburationsstoff nähert sich der Wert des Gases für Heiz- und Lichtzwecke mehr demjenigen des reinen Acetylens.

Die Kosten [1]) für die Lichteinheit bei Benutzung einerseits verschiedener Sorten carburierten Acetylens, andererseits des unvermischten Acetylens sind bei den zeitigen Marktpreisen auf Grund der Caroschen Untersuchungen in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. In derselben ist für 1 kg Carbid von 280 bis 300 Liter Gasausbeute ein Preis von 0,26 Mk., für 1 kg Benzin ein solcher von 0,40 Mk. eingesetzt. Bei Hausanlagen sind die Selbstkosten in Ansatz gebracht, während bei Zentralanlagen sowohl für schwach carburiertes Acetylen wie auch für unvermischtes Acetylengas ein Preis von 2,00 Mk. eingesetzt wurde, der den heutigen Verhältnissen insofern nicht ganz entspricht, als in den in den letzten Jahren erbauten Zentralen das Acetylen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zu einem etwas billigeren Preise abgegeben wird [2]).

Leuchtstoft	1 cbm enthält ungefähr	Herstellungspreis für 1 cbm Mk.	Verkaufspreis für 1 cbm Mk.	Brenner	Stundenverbrauch für eine Hefnerkerze Liter	Kosten einer Flamme von 50 Hefnerkerzen für eine Stunde Pfg.
Benzin-Acetylengas III (Hausanlage)	900 Liter Acetylen, 100 Liter Benzindampf [3])	0,97	—	Glühlicht	0,30	1,40
Benzin-Acetylengas IV (Hausanlage)	800 Liter Acetylengas, 200 Liter Benzindampf [4])	1,04	—	"	0,30	1,44
Benzin-Acetylengas V (Hausanlage)	660 Liter Acetylen, 340 Liter Benzindampf [5])	1,16	—	"	0,33	1,70
Benzin-Acetylengas (Zentralanlage)	975 Liter Acetylen, 25 Liter Benzindampf [6])	—	2,00	"	0,30	3,00
Acetylen (Hausanlage)	1000 Liter Acetylen	0,90	—	"	0,25	1,02
			—	offene Flamme	0,70	3,15
Acetylen (Zentralanlage)		—	2,00	Glühlicht	0,25	2,50
		—		offene Flamme	0,70	7,00

[1]) Näheres hierüber wie auch über die Kosten für Heiz- und Kraftzwecke vergl. weiter unten in dem Abschnitt „Kosten des Acetylengases". — [2]) Vergl. oben S. 664 bis S. 675. — [3]) Entsprechend 400 g Benzin. — [4]) Entsprechend 800 g Benzin. — [5]) Entsprechend 1400 g Benzin. — [6]) Entsprechend 100 g Benzin.

Während den Heilschen Erfindungen der Gedanke zu Grunde liegt, eine bessere Verwertung des Acetylens durch Vermischung desselben mit gewissen Dämpfen unter Ausschlufs atmosphärischer Luft zu erreichen, will Ernst Schneider in Chemnitz das nämliche Ziel auf ganz anderem Wege herbeiführen. Er ersetzt in dem sogen. Luftgase[1]) einen Teil der Luft durch Acetylengas und erhält somit eine Gemenge, bestehend aus Acetylen, Sauerstoff, Stickstoff und den Dämpfen von Kohlenwasserstoffen. Schneider verspricht sich von diesem zum Patent angemeldeten Verfahren folgende Vorteile:

Es sollen schwächere Carburationen als bei gewöhnlichem Luftgas möglich sein, das Gasgemisch soll ferner infolge der lösenden Wirkung des Acetylens weniger zur Kondensation der Kohlenwasserstoffdämpfe neigen als reines Luftgas und bei geeigneter Wahl der Carburierstoffe ein dem Acetylenlicht auch in der Farbe sehr ähnliches Licht in offenen Brennern erzeugt werden können.

Gegenüber dem reinen Acetylen rühmt der Erfinder die Vorteile, dafs die Brenneröffnungen sowohl bei offenen Brennern wie bei Glühlicht weiter gehalten werden können und der Lichteffekt ein besserer wird, endlich, dafs der Preis des Mischgases verhältnismäfsig sehr niedrig ist.

Praktische Erfahrungen mit diesem Schneiderschen Mischgas, welches sich hiernach sowohl in der Herstellung und Zusammensetzung wie in den Eigenschaften von dem Heilschen unterscheidet, sind noch nicht bekannt. Ebenso liegen darüber noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen vor.

Mischgasanstalten.

(Acetylen-Fettgas.)

Allgemeines.

Eine ausgedehnte Verwendung hat das Acetylenlicht in Deutschland zur Beleuchtung der Eisenbahnwagen und Lokomotiven, allerdings nicht in reinem Zustande, sondern im Gemenge mit Fettgas (Ölgas) gefunden. Dieses Gemenge pflegt kurz als „Mischgas“ bezeichnet zu werden. Ein für Eisenbahnwagen brauchbares Leuchtgas mufs, soweit nicht eine Herstellung im Wagen selbst in Frage kommt[2]), in stark komprimiertem Zustande mitgeführt werden. Da das Steinkohlengas, wenn es nicht wesentlich an Leuchtkraft verlieren soll, nur eine verhältnismäfsig geringe Kompression zuläfst, hat man in Deutschland schon vor etwa 30 Jahren das Fettgas zur Eisenbahnbeleuchtung heran-

[1]) Vergl. Fufsnote 1, S. 707. — [2]) Vergl. hierüber unter anderem Herzfeld, Eisenbahnwagenbeleuchtung mittels reinen Acetylens, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 325; ferner Stern und Wolff, ebenda 5, 272.

gezogen. Es ist dies ein Leuchtstoff, welcher gewonnen wird durch Vergasung des von der trockenen Destillation der Braunkohlen herrührenden sogen. Gasöls. Derselbe läfst sich ohne wesentliche Einbufse an Leuchtkraft bis auf 10 Atmosphären Überdruck leicht zusammenpressen. Dadurch wurde es ermöglicht, den für einen Wagen erforderlichen Vorrat in verhältnismäfsig kleinen Behältern mitzuführen.

Ursprünglich waren zur Erzeugung einer Flamme von 7 bis 8 Normalkerzen durchschnittlich 27,5 Liter Fettgas in der Stunde erforderlich. Mit der Zeit nahm indessen die Qualität des verfügbaren Gasöls derart ab, dafs mit dieser Gasmenge nur noch eine Lichtstärke von rund 5 Normalkerzen erzielt werden konnte. Dieser Umstand einerseits, das allgemein gesteigerte Lichtbedürfnis andererseits gaben deshalb der preufsischen Eisenbahndirektion unter Führung des Eisenbahndirektors Geheimen Regierungsrat Bork [1])-Berlin Veranlassung, im Jahre 1896 Versuche mit Verwendung komprimierten Acetylens zur Eisenbahnbeleuchtung anzustellen. Schon im Sommer 1896 konnte den Teilnehmern an der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen ein mit reinem Acetylen beleuchteter Wagenzug, in dem das Acetylengas in komprimiertem Zustande mitgeführt wurde, gezeigt werden. Abgesehen von dem auftretenden leichten Versetzen der Brenner [2]) und infolgedessen entstehenden Rufsen der Flammen gelangte man damals zu der Überzeugung, dafs die gewünschte Verbesserung der Beleuchtung sich mit Hilfe des reinen Acetylens erzielen lassen würde [3]). Es wurde daher zunächst die Errichtung einer kleineren Acetylengasanstalt neben der bestehenden Fettgasanstalt in Grunewald beschlossen und noch in demselben Jahre in Angriff genommen. Im Laufe des Spätherbstes des Jahres 1896 wurde indes eine Reihe von Unfällen bekannt, die beim Komprimieren des Acetylens bezw. bei Verwendung von geprefstem Acetylen vorgekommen waren [4]). Diese gaben Veranlassung, eingehende Versuche dahingehend anzustellen, ob das in komprimiertem Zustande mitzuführende Acetylen für den Betrieb nicht etwa unzulässige Gefahren mit sich bringen könnte. Die dieserhalb in der Fabrik von Julius Pintsch in Fürstenwalde zum gröfsten Teil im Beisein von Geheimrat Bork angestellten Explosionsversuche führten zu dem Ergebnis, dafs unter Umständen, welche bei aufsergewöhnlichen Vorkommnissen im Eisenbahnbetriebe möglich sind, thatsächlich gefährliche Explosionen eintreten können. So stellte es sich z. B. heraus, dafs bei einem absoluten Druck des komprimierten Ace-

[1]) Vergl. Bork, Anlage und Betrieb von Calciumcarbidfabriken, sowie von Acetylen- und Mischgasanstalten für Beleuchtung der Eisenbahnwagen, Glasers Ann. 42, Nr. 504; ferner Bork, Der gegenwärtige Stand der Mischgasbeleuchtung für Eisenbahnwagen, Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 305. — [2]) Bei Anwendung der heute gebräuchlichen Brenner und einer sorgsamen Reinigung des Acetylens vor dem Komprimieren würde dieser Übelstand kaum auftreten. Vergl. auch S. 249 u. S. 705. — [3]) Bork a. a. O. — [4]) Vergl. weiter unten den Abschnitt „Flüssiges und gelöstes Acetylen“.

tylens von nur 7 Atmosphären schon die Erwärmung eines an den Acetylenbehälter anschliefsenden Rohrteiles genügte, um das Acetylen zur Explosion zu bringen [1]). Aufserdem lag die Befürchtung vor, dafs beim Pressen des Acetylengases in die Hauptsammelbehälter der Gasanstalten, welches mit einem Überdruck von 10 Atmosphären erfolgen mufs, eine Explosion eintreten könne, falls durch unaufmerksame Bedienung entweder die Kühlung der Prefspumpencylinder nicht vorschriftsmäfsig erfolgt oder durch Warmgehen der mit dem Gas in Berührung kommenden Maschinenteile eine Überschreitung der Spaltungstemperatur des Acetylens herbeigeführt werden sollte.

Diese Beobachtungen gaben Veranlassung, Versuche darüber anzustellen, ob die vorgenannten Gefahren etwa durch Vermischung des Acetylens mit dem bisher verwendeten Fettgas beseitigt werden könnten. Es wurden daher mit Mischungen, bestehend aus 80 bis 25 Tln. Fettgas und 20 bis 75 Raumteilen Acetylen Explosionsversuche angestellt. Diese ergaben, dafs bei Mischungen mit einem Acetylengehalt bis zu 50 Proz. keine gröfseren Gefahren für den Eisenbahnbetrieb entstehen als bei dem früher zur Verwendung gelangenden Fettgas [2]). Daneben war durch eingehende photometrische Messungen festgestellt worden, dafs eine ganz erhebliche Verbesserung der Leuchtkraft des Fettgases durch Zusatz von Acetylen erzielt werden kann. Beispielsweise ist die Leuchtkraft eines Gemisches von 75 Raumteilen Fettgas und 25 Raumteilen Acetylen annähernd die dreifache des reinen Fettgases [3]). Dieser Umstand war auch insofern von besonderem Wert, als bei den damaligen Carbidpreisen [4]) die Herstellung der gleichen Lichtstärke sich bei diesem Mischgas nicht teurer stellte als bei der Verwendung von reinem Acetylen. Weiter wurde bei diesen Versuchen ermittelt, dafs ein solches Gasgemisch ohne weiteres die Beibehaltung der früheren Brenner gestattete, während dies bei reinem Acetylen wegen des oben erwähnten starken Rufsens der Flammen nicht möglich gewesen wäre.

Alle diese Erwägungen führten zu dem Entschlufs, statt der ursprünglich in Aussicht genommenen Beleuchtung mit reinem Acetylen ein Mischgas aus 75 Tln. Fettgas und 25 Tln. Acetylen zu benutzen.

Diesem Beispiele folgten, wie noch weiter unten dargelegt werden wird [5]), die übrigen Eisenbahnverwaltungen Deutschlands sehr bald, und Ende des Jahres 1902 war, von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen, die Mischgasbeleuchtung auf allen in Deutschland verkehrenden voll-

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **2**, 326. — [2]) Vergl. S. 143. — [3]) Näheres hierüber vergl. Gerdes, Glasers Ann. **40**, Nr. 469, sowie Ztsch. f. Calc. u. Acet. **1**, 20. — [4]) Vergl. S. 124/125. Die preufsische Eisenbahnverwaltung hat übrigens infolge langjähriger Verträge das Carbid stets erheblich unter Marktpreis eingekauft. Bei den hier in Frage stehenden Berechnungen ist ein Carbidpreis von 35,30 Mk. für 100 kg und eine Gasausbeute von nur 250 Liter zu Grunde gelegt. Vergl. Bork, Glasers Ann. **42**, Nr. 504. — [5]) Vergl. S. 730 bis 733.

spurigen Eisenbahnwagen durchgeführt. Das Mischungsverhältnis 25 Tle. Acetylen zu 75 Tln. Fettgas wurde im Betriebe der preufsischen Staatsbahnen zunächst aus rein wirtschaftlichen Gründen gewählt, weil die damit in den vorhandenen Brennern zu erzielende Lichtmenge dem Bedürfnis einstweilen zu entsprechen schien, doch wurde schon damals eine weitere Anreicherung des Mischgases mit Acetylen bis zum Höchstgehalt von 50 Proz. in Aussicht genommen [1]. Zur Zeit wird auf den preufsischen Staatsbahnen immer noch das ursprüngliche Mischungsverhältnis beibehalten, doch dürfte eine Erhöhung des Acetylengehaltes auf 30 Proz. über kurz oder lang wohl vorgenommen werden. In Bayern hat man von Anfang an ein 30 Proz. Acetylen enthaltendes Mischgas benutzt, mit Ausnahme der pfälzischen Eisenbahnen, die mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des aus kohlenstoffreichen Messelölen hergestellten Fettgases [2] ein Mischgas mit nur 15 Proz. Acetylen verwenden. Alle anderen Eisenbahnverwaltungen sind dem Beispiele der preufsischen Eisenbahnen gefolgt und bedienen sich eines 25 prozentigen Mischgases. Nur im Betriebe der Grofsherzoglich oldenburgischen Eisenbahnen findet ein aus 20 Tln. Acetylen und 80 Tln. Fettgas hergestelltes Mischgas Verwendung.

Herstellung des Mischgases.

Die Erzeugung des Mischgases erfolgt in drei voneinander unabhängigen Arbeiten, nämlich:

1. Herstellung der beiden Gasarten;
2. Reinigung der Gase;
3. Mischung und Pressung der Gase.

Das Fettgas wird gewonnen [3], indem das schon erwähnte Braunkohlenteeröl in Retortenöfen vergast wird. Das Öl wird zu diesem Zwecke von einem hoch stehenden Ölbehälter durch eine besondere syphonartige Vorrichtung in den oberen der beiden übereinander gelegenen Öfen geleitet. Hier findet die Verdampfung, sowie auch schon eine teilweise Vergasung statt. In der unteren Retorte, welche mit der oberen durch einen Doppelkopf verbunden ist, erfolgt dann die völlige Zersetzung bezw. Vergasung. Durch Mikrometerhähne kann der Ölzuflufs geregelt werden. Die Vergasung erfolgt bei Rotgluthitze. Nach neueren Untersuchungen von Hempel [4] soll die Temperatur etwa 970° betragen, da dann die Ausbeute an Ölgas einerseits, die Leistungsfähigkeit der Retorten andererseits besonders hohe sein sollen.

---

[1]) Bork, Acet. i. Wiss. u. Ind. **2**, 307. — [2]) Vergl. Staby, Beleuchtung der Personenwagen auf den pfälzischen Bahnen. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen **43**, 393. — [3]) Näheres hierüber vergl. Vorschriften über den Betrieb einer Mischgasanstalt, herausgegeben von Julius Pintsch-Berlin, 1901. — [4]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses **1903**, 39; vergl. auch Acet. i. Wiss. u. Ind. **6**, 109.

Das aus der unteren Retorte abgehende Gas enthält noch mancherlei Unreinigkeiten, insbesondere Teerdämpfe. Es wird deshalb zunächst in eine schmiedeeiserne Vorlage, den sogen. Teerkasten, geleitet, zwischen deren doppelten Wandungen kaltes Wasser fliefst. Hier setzt sich der gröfste Teil des Teers ab. Von dem Teerkasten gelangen die Gase in Kühler, in welchen nahezu der ganze Rest des noch beigemengten Teers in tropfbar flüssigem Zustande abgeschieden wird. Das gekühlte Gas hat dann noch die Wäscher und schliefslich die Reiniger zu passieren. Die Wäscher sind entweder mit Wasser oder mit Petroleum gefüllt. Letzteres wird nur in ganz vereinzelten Fällen da angewendet, wo man ein gutes Rohmaterial nicht genügend ausgast und dem Rohgase deshalb relativ viel Benzol beigemengt ist, welches durch das Waschen mit Petroleum beseitigt wird. Dies ist nötig, da es sonst leicht zu Verrufsungen der Brenner Anlafs geben würde [1]). Zur Entfernung des Benzols und anderer Kohlenwasserstoffe, z. B. Xylol u. s. w., kann nach einem der Firma Pintsch patentierten Verfahren [2]) das Gas auch mit Öl gewaschen werden. Letzteres kann nach seiner Sättigung mit vergast werden, so dafs besondere Betriebskosten dafür nicht entstehen. Durch das Waschen mit Petroleum dürfte allerdings dem Fettgase gleichzeitig ein Teil seiner lichtgebenden Bestandteile genommen werden, was aber praktisch wohl nicht allzu sehr ins Gewicht fallen dürfte. Die Reiniger werden beschickt entweder mit einem Gemenge, bestehend aus zwei Raumteilen trocken gelöschtem Kalk und einem Teil Sägespänen bezw. Häcksel oder mit Eisenoxydhydrat. Letzteres bietet den Vorzug, dafs es nach der Benutzung durch Lagern an der Luft wieder regeneriert werden kann. Das den Reiniger verlassende Fettgas wird durch eine Gasuhr geschickt und dann in einem besonderen Gasbehälter angesammelt.

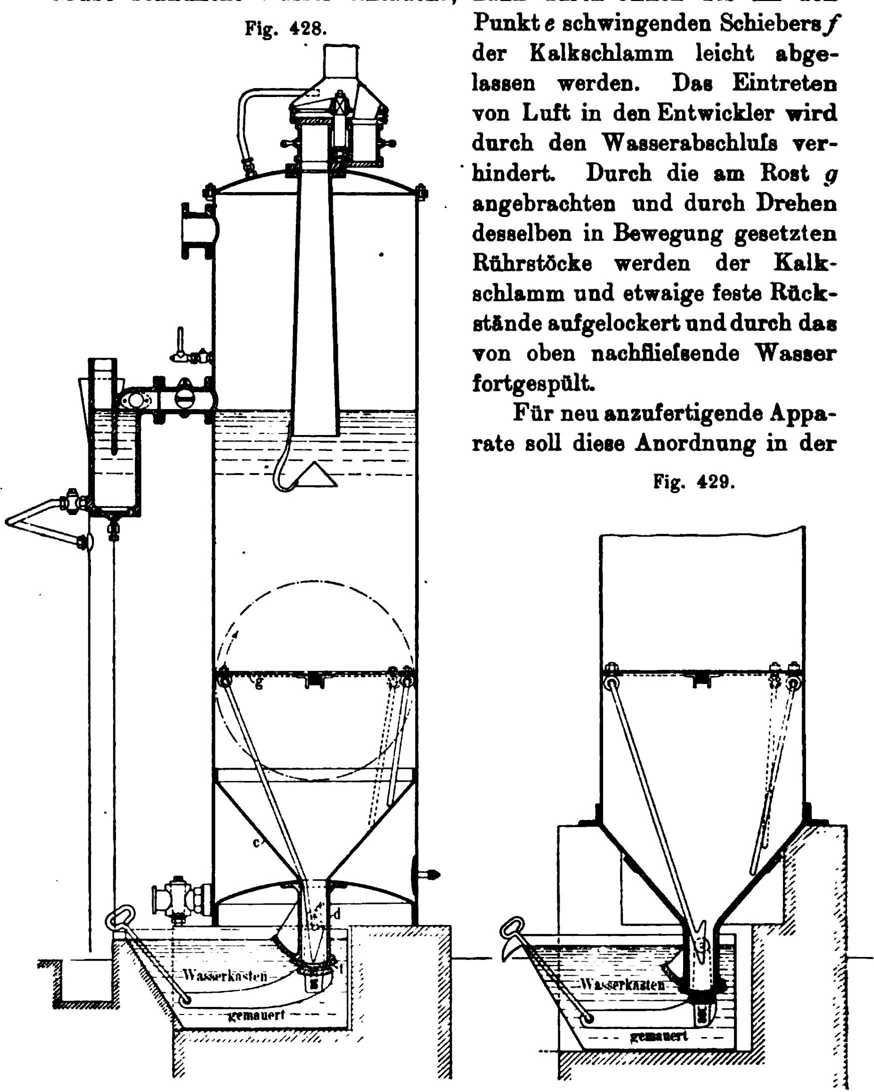
Die Herstellung des Acetylengases erfolgt in Einwurfapparaten mit Handbetrieb. In den meisten heute im Betriebe befindlichen Mischgasanlagen wird dazu der Entwickler von Julius Pintsch-Berlin benutzt, wie er in Fig. 81 [3]) veranschaulicht ist. Aus diesem Entwickler mufs der im unteren Teile des Apparates sich ablagernde Kalkschlamm von Zeit zu Zeit durch Öffnen eines Hahnes oder Handloches entfernt werden. Die bei der Reinigung in den Entwickler eingetretene Luft mufs vor der Inbetriebnahme des Apparates durch vollständiges Füllen desselben mit Wasser wieder hinausgedrückt werden. Um nun den bei einer solchen Entwicklerreinigung stattfindenden Luftzutritt zu verhindern, hat die Königl. Eisenbahndirektion Berlin bei einem ihrer Acetylenentwickler die in Fig. 428 (a. f. S.) veranschaulichte Änderung vorgenommen.

In dem unteren Teil des Entwicklers ist der Trichter *c* eingebaut,

[1]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses **1903**, 39. — [2]) Deutsches Reichspatent Nr. 121 289 vom 30. Oktober 1900. — [3]) Vergl. S. 299.

an welchen sich nach unten das Rohrstück *d* anschliefst. Durch dieses Rohr, welches etwa 100 mm in das unterhalb des Apparates in einer Grube befindliche Wasser eintaucht, kann durch Öffnen des um den Punkt *e* schwingenden Schiebers *f* der Kalkschlamm leicht abgelassen werden. Das Eintreten von Luft in den Entwickler wird durch den Wasserabschlufs verhindert. Durch die am Rost *g* angebrachten und durch Drehen desselben in Bewegung gesetzten Rührstöcke werden der Kalkschlamm und etwaige feste Rückstände aufgelockert und durch das von oben nachfliefsende Wasser fortgespült.

Für neu anzufertigende Apparate soll diese Anordnung in der



Vorrichtung zur Entschlammung eines Pictetschen Entwicklers ohne Luftzutritt.
Alter Entwickler umgebaut. Einrichtung für neue Entwickler.

Weise vorgenommen werden, wie dies in Fig. 429 zum Ausdruck gebracht ist [1]), sofern die mit dieser Änderung angestellten Versuche der-

[1]) Briefliche Mitteilung der Firma Julius Pintsch-Berlin v. 23. Jan. 1903.

art ausfallen werden, dafs die preufsische Eisenbahndirektion in Berlin sich endgültig für ihre Annahme entschieden haben wird. Es wird dann der untere Teil des Entwicklers als Kegel hergestellt, der mit dem cylindrischen Teil des Entwicklermantels durch Schweifsung verbunden wird; der Auslaufschieber für die Kalkrückstände wird mit oben erwähntem Kegel angeschraubt. Im übrigen ist Konstruktion und Wirkungsweise dieselbe, wie dies beim Entwickler in Fig. 428 dargestellt ist.

Das aus dem Entwickler abgehende Acetylengas wird zunächst gekühlt, dann gewaschen und schliefslich getrocknet. Eine eigentliche chemische Reinigung erfolgt in der überwiegenden Mehrzahl aller bestehenden Anlagen nicht, scheint auch dann nicht absolut erforderlich zu sein, wenn ein Carbid von solcher Reinheit zur Verwendung gelangt, dafs das daraus hergestellte Acetylen höchstens 0,02 Volumprozente Phosphorwasserstoff enthält. Dafs in allen Fällen, in denen dieser Forderung genügt wird, eine chemische Reinigung des Acetylens entbehrt werden kann, zeigt folgende Überlegung: Wie bereits in dem Kapitel „Verunreinigungen des technischen Acetylens“ [1]) ausführlich dargelegt, ist das im Einwurfapparat bei hinreichendem Wasserüberschufs und deshalb bei einer erheblich unter dem Siedepunkt des Wassers liegenden Temperatur erzeugte Acetylengas schon an sich verhältnismäfsig wenig verunreinigt, soweit Schwefelwasserstoff und Ammoniak in Frage kommen. Bei der Eisenbahnwagenbeleuchtung wird bekanntlich das Licht nicht im Abteil selbst erzeugt, die Verbrennungsgase können vielmehr ungehindert direkt ins Freie entweichen, so dafs eine Verunreinigung der Luft der beleuchteten Räume überhaupt nicht zu befürchten wäre. Die dem Mischgase im Acetylen zugeführten Verunreinigungen werden zudem durch das Fettgas um das Vierfache verdünnt. Die Gefahr, dafs sie zu einem baldigen Verrufsen oder zu einer besonders schnellen Abnutzung der Brenner Anlafs geben können, ist mithin aus allen diesen Gründen unter der obigen Voraussetzung eine verhältnismäfsig geringe, da im Höchstfalle ein Gehalt des Mischgases von nur 0,005 Volumprozenten Phosphorwasserstoff in Frage stände. Es kann deshalb vom wirtschaftlichen Standpunkte vielleicht berechtigt sein, die Kosten für eine chemische Reinigung des Acetylengases zu ersparen. Allerdings läfst sich nicht leugnen, dafs auch bei Benutzung eines Acetylens mit weniger als 0,02 Volumprozenten Phosphorwasserstoff mit der Zeit ein oft recht weitgehendes Verrufsen der Brenner und eine schnelle Zerstörung der Emaillereflektoren eintritt, was zu einem häfslichen, schmutzigen Aussehen der ganzen Beleuchtungseinrichtung Veranlassung giebt [2]). Die Folge ist deren schnelle Abnutzung sowie eine sehr schlechte Lichtausbeute. Es ist also mit Hilfe des Rechenstiftes festzustellen, ob es bei Benutzung

---

[1]) Vergl. S. 225 u. flgde. — [2]) Vergl. Staby S. 722, Fufsnote 2.

einer guten, den vorstehenden Bedingungen entsprechenden Carbidsorte wirtschaftlich richtiger ist, die Kosten für eine chemische Reinigung anzuwenden und dafür eine längere Gebrauchsfähigkeit der Brenner, eine bessere Schonung der Emaillereflektoren und eine günstigere Lichtausbeute zu erzielen. Der letztere Umstand fällt allerdings rechnerisch nicht ins Gewicht, ist praktisch aber von hervorragender Bedeutung. Unter normalen Verhältnissen herrscht nämlich in den mit Mischgas beleuchteten Wagenabteilen der preufsischen Staatseisenbahn eine solche Helligkeit, dafs man, ohne die Augen zu überanstrengen, darin lesen kann. Es kommt jedoch nicht selten, ja in letzter Zeit sogar sehr oft vor, dafs infolge Verrufsens der Brenner und schlechter Beschaffenheit der Reflektoren die Helligkeit der Mischgasflamme derartig nachläfst, dafs ein Lesen zur Unmöglichkeit wird und man unwillkürlich an die Zeiten der früheren Fettgasbeleuchtung erinnert wird. Soll diesem Übelstande nach Möglichkeit vorgebeugt werden, so dürfte sich eine chemische Reinigung des Acetylens unter allen Umständen empfehlen. Dabei bleibt zu beachten, dafs bislang das von der preufsischen Eisenbahnverwaltung bezogene Carbid in den meisten Fällen ausweislich der regelmäfsig vorgenommenen Untersuchungen nur Spuren und in keinem Falle mehr als 0,02 Volumprozent Phosphorwasserstoff enthalten hat[1]). Bei einem 0,02 bis 0,03 Volumprozent übersteigenden Phosphorwasserstoffgehalt ist jedenfalls eine chemische Reinigung nicht nur wünschenswert, sondern direkt geboten.

Übrigens möge noch darauf hingewiesen werden, dafs auf das Verrufsen der Brenner auch die Qualität des Fettgases einen sehr weitgehenden Einflufs ausübt, so dafs durch die chemische Reinigung des Acetylens wohl eine Besserung, nicht aber eine völlige Abhilfe zu erwarten wäre, wenn man nicht auch in dieser Hinsicht eine sorgsamere Auswahl des zur Herstellung des Fettgases benutzten Rohöles eintreten läfst. Namentlich ist es das aus den kohlenstoffreichen Gasölen Westdeutschlands (Hessen, Elsafs) gewonnene Fettgas, das in dieser Hinsicht nachteilig wirkt, weshalb diesen Ölen, wie schon erwähnt[2]), durch Waschen mit Petroleum ein Teil der das Verrufsen begünstigenden Substanzen genommen wird. Das aus kohlenstoffärmeren Gasölen, z. B. aus thüringer Paraffinölen, hergestellte Fettgas zeigt diese Nachteile nicht oder doch in wesentlich geringerem Grade.

Die Zerstörung der Emaillereflektoren dürfte dagegen ausschliefslich auf die Verbrennungsprodukte der dem Acetylen beigemengten Verunreinigungen zurückzuführen sein. In erster Linie werden es Phosphorsäure und phosphorige Säure sein, denen diese ungünstige Wirkung zuzuschreiben ist.

Aus allen diesen Gründen kann den Eisenbahnverwaltungen eine

---

[1]) Mündliche Auskunft der Königl. Preufs. Eisenbahndirektion Berlin vom 24. Februar 1902. — [2]) Vergl. S. 723.

wirklich gründliche Reinigung des Acetylens vor dessen Vermischung mit dem Fettgas nicht dringend genug empfohlen werden. Damit wird ein Teil der heute bei der Mischgasbeleuchtung auftretenden Übelstände verschwinden. Allerdings dürfen zur Reinigung nur solche Präparate benutzt werden, die ihren Zweck wirklich erfüllen. Als solche kommen nur „Frankolin", „Heratol" oder „Acagin" in Betracht, da alle bislang bekannten Mischungen des Chlorkalks mit anderen Stoffen — vom „Acagin" abgesehen — nur unvollkommen wirken, wie oben[1]) ausführlich dargelegt ist.

Das gewaschene und getrocknete Acetylen wird ebenso wie das fertige Fettgas, nachdem seine Menge in einer Gasuhr festgestellt ist, einem besonderen Gasbehälter zugeführt.

Das Mischen beider Gase erfolgt durch die sog. Mischgasmesser, von denen der gröfsere mit dem Fettgas-, der kleinere mit dem Acetylengasbehälter verbunden ist. Die Ausgänge beider Gasmesser münden in ein gemeinsames, zu Prefspumpen führendes Rohr. Auf den durch den Vorderboden der Gasmesser hindurchragenden Trommelwellen ist je ein Kettenrad aufgekeilt, dessen Zähnezahl aus dem vorgeschriebenen Mischungsverhältnisse des Fettgases mit dem Acetylen und dem Inhalt der Gasmessertrommel berechnet ist. Die Kettenräder beider Gasmesser werden durch eine Gallsche Gelenkkette verbunden, so dafs beim Gang der Prefspumpen die gegenseitig beeinflufsten Gasmesser stets ein richtiges Mischungsverhältnis ergeben müssen. Die Prefspumpen bestehen hauptsächlich aus dem Prefscylinder (Sammelkessel) und dem Dampfcylinder. Aus den Mischuhren gelangt das Gas zunächst in den mit Kühlvorrichtung versehenen Dampfcylinder. Von da wird es durch Druckventile nach den Sammelkesseln übergedrückt, in welchen es auf 10 kg pro 1 qcm (10 Atmosphären) verdichtet wird. Dabei scheiden sich leicht flüchtige flüssige Kohlenwasserstoffe ab, die von Zeit zu Zeit abgelassen werden. Das komprimierte Mischgas wird entweder in die Gastransportwagen oder mittels besonderer Rohrleitungen direkt in die Gasbehälter der Eisenbahnwagen übergeführt.

Statistik der Mischgasbeleuchtung.

Über den Umfang der Mischgasbeleuchtung giebt die nachstehende, auf Grund amtlicher Unterlagen angefertigte Zusammenstellung für das Etatsjahr 1901 Aufschlufs:

---

[1]) Vergl. S. 249 bis 263 u. S. 559 bis 563.

Königlich Preufsische Staatsbahnen (Betriebsjahr 1901).

Zusammensetzung des Mischgases = 25 Teile Acetylengas : 75 Teilen Fettgas.

Mischgasanstalt in	Erzeugte Menge Mischgas insgesamt cbm	davon zur Beleuchtung der Wagen und Lokomotiven benutzt cbm	aus 100 kg Carbid wurden gewonnen Acetylengas cbm	aus 100 kg Öl wurden gewonnen Fettgas cbm	Selbstkosten für 100 cbm erzeugtes Mischgas Mk.	Kosten für 1 cbm verbrauchtes Mischgas Pfg.
Altona	157 316	124 492	29,57	58,78	55,33	63,96
Neumünster	82 848	70 687	29,38	55,97	58,08	66,97
Grunewald	463 051	384 110	28,85	51,62	43,31	50,07
Berlin, Schlesischer Bahnhof	227 829	181 968	30,11	52,13	49,44	57,00
Berlin, Stettiner Bahnhof	149 130	124 868	29,21	45,10	58,00	67,06
Berlin, Lehrter Bahnhof	201 713	171 993	28,26	50,28	56,48	65,29
Tempelhof	368 918	248 003	29,59	47,60	50,64	58,54
Breslau	196 310	144 338	29,28	50,03	46,90	54,22
Kohlfurt	133 900	113 227	30,47	53,73	45,19	52,24
Bromberg	69 323	57 898	26,17	52,05	71,81	82,95
Kassel	120 850	100 393	29,00	51,10	44,27	51,00
Nippes	377 975	—	27,80	56,39	51,47	51,47
Deutzerfeld	115 225	—	26,96	56,11	57,61	57,61
Coblenz	31 520	—	25,77	54,12	62,92	62,92
Dirschau	132 557	113 083	29,28	51,02	58,41	67,53
Neustettin	24 678	20 013	28,56	56,05	83,86	83,86
Hagen	133 099	107 291	28,63	58,92	58,28	67,00
Lennep	90 896	77 142	29,00	56,00	61,22	71,00
Siegen	22 189	18 016	29,87	49,52	103,78	120,00
Erfurt	133 856	113 544	29,98	53,13	58,63	58,65
Speldorf	67 220	57 543	29,46	56,40	51,45	[illegible]

Steele Nord	87 260	73 007	28,34	53,28	59,42	69,00
Frankfurt a. M.	437 120	323 143	27,94	53,68	51,93	60,03
Limburg	84 189	65 608	28,12	54,22	49,76	57,00
Halle a. S.	88 109	74 642	27,36	55,12	55,17	63,79
Leipzig Thür.	87 933	75 837	30,45	54,37	51,65	59,71
Cottbus	106 774	86 771	29,04	55,30	51,76	60,00
Bremen	130 060	93 561	25,87	46,31	66,55	76,00
Hainholz	101 796	84 828	26,43	52,97	53,54	54,00
Hildesheim	90 511	63 718	27,71	53,32	61,20	70,00
Kattowitz	4 308	3 562	26,58	67,95	55,98	66,69
Kandrzin	95 838	76 216	29,75	49,50	57,36	66,15
Allenstein	29 225	24 939	28,94	53,82	73,56	85,04
Eydtkuhnen	85 313	26 387	27,50	56,40	53,47	58,88
Insterburg	54 024	43 146	28,02	56,83	58,62	67,38
Ponarth	21 005	15 594	28,17	49,45	82,56	93,66
Magdeburg	134 423	84 735	29,32	63,15	63,65	74,00
Halberstadt	68 069	53 717	29,00	52,88	58,81	68,00
Mainz	92 947	79 441	27,70	54,23	57,48	57,49
Münster i. W.	79 629	66 120	27,65	54,09	62,33	72,05
Posen	81 096	47 616	29,50	50,99	49,49	57,22
Trier	35 848	27 219	28,30	58,00	77,97	90,00
Saarbrücken	93 821	79 082	30,50	54,20	58,89	68,00
Pasewalk	56 638	47 089	30,10	48,75	65,94	76,23
Gesamtmenge	5 446 339	3 844 587	—	—	—	—
Durchschnitt[1])	—	—	28,58	53,75	56,91	66,63

[1]) Durchschnitt aus den Ergebnissen der einzelnen Gasanstalten, der sich nicht mit den durchschnittlichen Ergebnissen der Gesamtproduktion deckt. Letztere sind in Anbetracht dessen, dafs die Gasanstalten mit grofsen Produktionsmengen zumeist erheblich billiger arbeiten als solche mit verhältnismäfsig geringer Produktion, bedeutend günstiger.

Hierzu sei noch folgendes bemerkt: In sämtlichen Mischgasanstalten wurden 100 kg Carbid mit 28,00 Mk. in Rechnung gestellt, während die Preise für 100 kg Öl zwischen 8,75 und 13,00 Mk. schwankten und meist zwischen 9 und 10 Mk. betrugen. Die Kosten für 1 cbm verbrauchtes Acetylengas wurden berechnet, indem man die verbrauchte Gasmenge durch die Selbstkosten dividierte. Sie betrugen übrigens im Mittel für alle preufsischen Mischgasanstalten im Jahre 1901 pro 1 cbm Mischgas 62,98 Pfg., gegen 60,00 Pfg. im Etatsjahr 1900[1]). An Gasverlusten sind überall auf Grund von Erfahrungen 13,5 Proz. der erzeugten Gasmenge in Abzug gebracht. Für Carbidrückstände wurde in keinem Falle irgend ein Erlös erzielt. Die nicht für Beleuchtung von Wagen und Lokomotiven verbrauchte Mischgasmenge wurde teils selbst verbraucht zur Beleuchtung der Gasanstalt, von Werkstätten oder Bahnhofsanlagen, teils gegen Zahlung abgegeben an die deutsche Reichspostverwaltung oder an sonstige Behörden bezw. Private, und zwar an die Reichspostverwaltung überall zum Preise von 1,00 Mk. für 1 cbm geprefstes Gas. Sonstige Behörden und Private zahlten zumeist auch 1,00 Mk., verschiedentlich wurden jedoch auch nur 0,60 Mk. und in anderen Fällen 1,20 Mk. bezahlt.

Die im Jahre 1901 zur Herstellung von Mischgas im Bereiche der preufsischen Eisenbahnverwaltungen erforderliche Carbidmenge betrug rund 4 500 000 kg.

Im Januar 1902 ist noch die Mischgasanstalt in Bebra, im März 1903 diejenige in Wesel und im Juni 1903 diejenige in Aachen in Betrieb gesetzt, aufserdem waren noch im Bau die Mischgasanstalten in München-Gladbach und Börfsum.

Königlich Bayerische Staatsbahnen.

Im Jahre 1901 waren bei den Königl. bayerischen Staatsbahnen (ausgenommen Rheinpfalz) erst drei Mischgasanstalten im Betriebe, nämlich in München, Neuenmarkt/W. und Hof. Im Laufe des Jahres 1902 sind jedoch auch die Ölgasverdichtungsanstalten in Augsburg, Nürnberg und Würzburg, sowie die Kohlengasverdichtungsanlagen in Landshut und Rosenheim in Mischgasanstalten umgebaut worden.

Während in Preufsen alle Acetylenerzeugungsapparate gleichartig, und zwar sämtlich von der Firma Julius Pintsch-Berlin errichtet wurden, sind in Bayern verschiedene Systeme in Gebrauch. Von Julius Pintsch wurden die Mischgasanstalten in Nürnberg und Hof, von der Allgemeinen Carbid- und Acetylen-Gesellschaft in Berlin bezw. deren Vertreter L. A. Riedinger in Augsburg diejenigen in München, Rosenheim, Landshut und Augsburg und von der Firma Keller & Knappich in Augsburg diejenige in Neuenmarkt-Wirsberg eingerichtet.

[1]) Im Etatsjahr 1900 bezahlte die preufs. Eisenbahnverwaltung das Carbid mit 30,00 Mk. für 100 kg.

Über die drei schon im Jahre 1901 betriebenen Mischgasanstalten sei aus den Betriebsergebnissen für das Etatsjahr 1901 folgendes mitgeteilt:

Zusammensetzung des Mischgases = 30 Teile Acetylengas : 70 Teilen Fettgas.

Mischgasanstalt in	Erzeugte Menge verdichtetes Mischgas cbm	aus 100 kg Carbid wurden gewonnen Acetylengas cbm	Kosten für 1 cbm abgegebenes, verdichtetes Mischgas ohne Zuschläge für Verwaltung, Verzinsung und Tilgung Pfg.	Kosten für 1 cbm zur Verdichtung abgegebenes Acetylengas ohne Verzinsung und Tilgung Pfg.	Kosten für 100 kg Carbid Mk.
München . .	356 430	25,78	60,82	91,14	18,43
Neuenmarkt .	3 893[1]	28,28	67,75	112,92	19,75
Hof	4 946[2]	30,02	69,86	97,07	19,75
Gesamtmenge	365 269	—	—	—	—
Durchschnitt	—	25,85	61,01	91,44	—

Neben den 365 269 cbm Mischgas wurden im Jahre 1901 noch verbraucht 42 245 cbm verdichtetes Kohlengas und 309 730 cbm verdichtetes Fettgas. Im Oktober 1902 wurden bereits sämtliche Eisenbahnwagen der Hauptbahnen mit Mischgas versorgt.

Pfälzische Eisenbahnen.

Für sämtliche mit Gaseinrichtung versehenen Betriebsmittel des pfälzischen Wagenparks wird Mischgas gebraucht (15 Teile Acetylen zu 85 Teilen Fettgas). Die Mischgasanstalt befindet sich in Ludwigshafen (eingerichtet von Julius Pintsch-Berlin). Die Verteilung des Mischgases an die Zugbildungsstationen erfolgt mittels Kesselwagen. Im Jahre 1901 wurden etwa 80000 kg Carbid gebraucht, woraus 20600 cbm Acetylengas erzeugt sind, die mit 128500 cbm Fettgas vermischt wurden. Die Gasausbeute betrug also 25,75 cbm Acetylen aus 100 kg Carbid. Im Jahre 1902 wurden nur 72 160 kg Carbid verbraucht, woraus 20 657 cbm Acetylengas erzeugt wurden. Die Gasausbeute betrug im Jahre 1902 also 28,62 cbm aus 100 kg Carbid[3]).

Königlich Württembergische Staatseisenbahnen.

Sämtliche Personen-, Post- und Gepäckwagen werden auf den Gasfüllstationen in Stuttgart, Ulm, Heilbronn, Herbertingen, Eutingen und

[1]) Vom 9. November bis 31. Dezember 1901. — [2]) Vom 10. Oktober bis 31. Dezember 1901. — [3]) Staby, Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 43, 394.

Pforzheim mit Mischgas versehen, das in der Mischgasanstalt bei der Königl. Werkstätteninspektion in Cannstatt (System Pintsch) hergestellt wird. Diese Anstalt wurde im Frühjahr 1900 in Betrieb gesetzt. Nur eine geringe Zahl Personenwagen einzelner Nebenbahnen werden noch mit Kaiseröl oder Kerzen beleuchtet und wird vorerst auch nicht beabsichtigt, dieselben mit Mischgasbeleuchtung zu versehen.

Im Jahre 1901 wurden 166 837 kg Carbid verbraucht, während die erzeugte Mischgasmenge 170 798 cbm betrug. Das Mischungsverhältnis beträgt 25 Teile Acetylen: 75 Teilen Fettgas.

Großherzoglich Badische Staatseisenbahnen.

Es sind zwei Mischgasanstalten in Mannheim (erbaut von Schuhmann und Küchler in Mannheim nach dem Projekt von R. Mayer in Stuttgart) und Konstanz (System Pintsch) vorhanden, die im Herbst 1901 in Betrieb genommen wurden. Das Mischgas ist in sämtlichen mit Gasbeleuchtungseinrichtung versehenen Wagen eingeführt. Eine gröfsere Anzahl der im Oktober 1902 noch mit Ölbrand versehenen Wagen sollte „in nächster Zeit“ mit Einrichtung für Mischgasbeleuchtung versehen werden. Das Mischungsverhältnis beträgt 25 Teile Acetylen zu 75 Teilen Fettgas. Die nach den Ergebnissen der Monate Oktober bis Dezember 1901 mit Hilfe des Beleuchtungskalenders berechnete Jahresmenge beträgt 200 000 cbm Mischgas. Zur Herstellung des dazu erforderlichen Acetylengases würden rechnerisch 180 000 kg Carbid erforderlich gewesen sein. Durch die geplanten Erweiterungen wird jedoch der Verbrauch an Mischgas in den nächsten Jahren erheblich steigen.

Kaiserliche Eisenbahnen in Elsafs-Lothringen.

Im Rechnungsjahre 1901 (1. April 1901 bis 31. März 1902) waren zwei Mischgasanstalten im Betriebe, und zwar in Strafsburg (System Pintsch) und Metz (System Pintsch). Dieselben wurden am 1. Juli 1901 eröffnet, waren also im Betriebsjahre 1901 nur neun Monate in Funktion. In dieser Zeit betrug die erzeugte Mischgasmenge:

in Strafsburg:	174 711 cbm	(dazu erforderlich	160 237 kg Carbid)
„ Metz	88 966 „	„ „	71 043 „ „
Gesamtmenge:	263 677 cbm		231 280 kg Carbid.

Das Mischungsverhältnis beträgt 25 Teile Acetylen : 75 Teilen Fettgas. Zur Durchführung der Anwendung des Mischgases in sämtlichen Zügen sollte noch Ende des Jahres 1902 die im Umbau begriffene bisherige Fettgasanstalt zu Saargemünd (System Pintsch) dem Betriebe übergeben werden. Aufserdem war der Bau einer gleichen Anstalt für Mülhausen in Aussicht genommen.

Königlich Sächsische Staatseisenbahnen.

Die Königlich Sächsischen Staatsbahnen besitzen bis jetzt nur eine Mischgasanstalt in Dresden-Altstadt (System Pintsch), in welcher ein Mischgas im Verhältnis von 25 Teilen Acetylen : 75 Teilen Fettgas hergestellt wird. Damit werden sämtliche Züge gefüllt, welche in Dresden zusammengestellt werden. Aufserdem wird Mischgas bei der Nachfüllung der sonst nach Dresden kommenden Züge, soweit erforderlich, verwendet. Der Mischgasverbrauch stellte sich im Jahre 1901 auf 126 118 cbm. Zur Erzeugung des dazu erforderlichen Acetylens wurden 105 350 kg Carbid verbraucht.

Im übrigen besafsen die sächsischen Staatsbahnen bis Ende des Jahres 1902 nur Ölgasanstalten, und zwar je eine in Leipzig (Dresdner Bahnhof), Chemnitz, Zittau, Reichenbach i. V., welche jedoch in den nächsten Jahren in Mischgasanstalten umgewandelt werden.

Grofsherzoglich Mecklenburgische Friedrich-Franz-Eisenbahn.

Auf der Station Bützow befindet sich eine Mischgasanstalt (System Pintsch), in welcher ein Mischgas im Verhältnis von 25 Teilen Acetylen : 75 Teilen Fettgas hergestellt wird. Damit werden sämtliche Züge auf den vollspurigen Strecken der Grofsherzoglich Mecklenburgischen Friedrich-Franz-Eisenbahn versorgt, ebenso erhält die Lübeck-Büchener Eisenbahn daraus das für ihre Züge erforderliche Mischgas.

Im Jahre 1901 betrug der Mischgasverbrauch (ohne Gasverlust) 73 343 cbm. Die verbrauchte Carbidmenge belief sich auf 75 805 kg.

Grofsherzoglich Oldenburgische Eisenbahnen.

Seit dem 1. April 1901 ist eine Mischgasanstalt in Oldenburg (System Pintsch) im Betriebe. Das Mischungsverhältnis beträgt 20 Teile Acetylen : 80 Teilen Fettgas. Sämtliche Personenzüge werden durch Mischgas erleuchtet. In den neun Monaten vom 1. April bis 31. Dezember 1901 wurden in der Anstalt 27 350 cbm Mischgas erzeugt und 20 300 kg Carbid verbraucht.

Main-Neckar-Bahn.

Ein Teil der Betriebsmittel der Main-Neckar-Bahn wird noch mit Fettgas von der in Darmstadt befindlichen Fettgasanstalt versorgt, während der übrige Teil in Frankfurt a. M. mit Mischgas gespeist wird. Eine eigene Mischgasanstalt besteht zur Zeit im Betriebe der Main-Neckar-Bahn noch nicht.

Nichtdeutsche Eisenbahnen.

Während die Einführung der Mischgasbeleuchtung in Deutschland aufserordentlich schnell erfolgte, fängt man im Auslande erst ganz allmählich damit an. Nur in Schweden sind die Staatsbahnen und auch einige Privatbahnen schon vollständig damit versehen. Dafs aber doch in einer Reihe von Ländern ernstlich an eine solche gedacht wird, zeigt eine Übersicht über die von der Firma Pintsch im Auslande eingerichteten Mischgasanstalten. Es sind davon im Betriebe:

In Rufsland: Auf den Bahnhöfen in Koslow und Rtyschewo der Rjäsan-Uralsk-Bahn, sowie auf Bahnhof Rjäsan der Moskau-Kasan-Bahn.

In Finnland: Auf den Bahnhöfen in Abö und Ostermyra der Finnländischen Staatsbahn.

In Schweden: Auf den Bahnhöfen in Stockholm, Laxå, Malmo, Braecke, Nassjö und Boden der schwedischen Staatsbahn.

In Österreich: Auf den Bahnhöfen in Wien und Hullein.

In Holland: Auf dem Bahnhof in Amsterdam der Hollandschen Spoorweg-Maatschappij.

In der Schweiz: Auf dem Bahnhof in Bellinzona der Gotthardbahn.

In Frankreich: In Paris zwei Anstalten für Eisenbahnen. Seit Jahren ist die Linie P. L. M. (Paris-Lyon-Méditerranée) mit Mischgasbeleuchtung versehen [1]).

In Englisch-Indien: In Lahore und Karachee zwei Anstalten für Eisenbahnen. Aufserdem sind noch im Bau begriffen je eine Mischgasanstalt für die Bahnhöfe Sealdah und Sara.

In Holländisch-Indien: In Belawan-Deli und Palembang.

In Brasilien: In Rio de Janeiro.

In England [2]) sind die Eisenbahngesellschaften dem Mischgas gegenüber sehr zurückhaltend. Schon vor mehreren Jahren erwirkte die Acetylene Illuminating Company in London vom englischen Ministerium des Innern ein Dekret, nach welchem die Beleuchtung der Eisenbahnzüge mit einem Mischgas, bestehend aus 20 Tln. Acetylengas und 80 Tln. Fettgas unter Druck von 10 Atm. gestattet wurde. Die „North Eastern"-Eisenbahngesellschaft hat damit auch Versuche angestellt, allein zu einer Einführung des Mischgases ist es in England bis heute nicht gekommen.

Kosten der Mischgasbeleuchtung.

Nach einer im Herbst 1899 von Bork [3]) auf Grund amtlicher Unterlagen aus den Ergebnissen der damals schon einige Zeit im Be-

[1]) Mündliche Mitteilung des Herrn Janet-Paris vom 2. März 1903. — [2]) Briefliche Mitteilung des Herrn Worth-London vom 27. November 1902. — [3]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 307.

triebe befindlichen Mischgasanstalten aufgestellten Berechnung stellten sich bei einem Carbidpreise von 35,30 Mk. für 100 kg die Kosten für die Beleuchtung der Eisenbahnwagen durch Mischgas, verglichen mit derjenigen durch Fettgas einerseits, durch reines Acetylen [1]) andererseits, wie folgt:

Die Herstellungskosten betrugen für 1 cbm Fettgas rund 30 Pfg., für 1 cbm Mischgas rund 54 Pfg. [2]) und für 1 cbm reines Acetylengas rund 130 Pfg.

Die Kosten des Gasverbrauchs für eine Flamme stellten sich danach für

a) Fettgas bei einem stündlichen Verbrauch von 27,5 Liter zu 0,825 Pfg. für 5 Normalkerzen;
b) Mischgas bei demselben stündlichen Verbrauch zu 1,485 Pfg. für 15 Normalkerzen;
c) Acetylen bei einem stündlichen Verbrauch von 12 Litern zu 1,562 Pfg. für 15 Normalkerzen.

Zu diesen Preisen treten noch als Nebenkosten die für Abschreibung und Unterhaltung der Gasbeleuchtungseinrichtung an den Personenwagen, der Gastransportwagen und der Gasleitungen zu den Füllständern, sowie für die Verzinsung des hierfür aufgewendeten Kapitals in Rechnung zu stellenden Beträge hinzu. Hierfür sind rund 0,8 Pfg. für eine Flamme und Stunde in Ansatz zu bringen, und es ergeben sich dann die stündlichen Gesamtkosten für eine Flamme bei

a) Fettgas zu 1,625 Pfg. mit 5 Normalkerzen,
b) Mischgas „ 2,285 „ „ 15 „
c) Acetylen „ 2,312 „ „ 15 „

Die Kosten für eine Normalkerzenstunde berechnen sich hieraus, da eine Fettgasflamme von 27,5 Liter stündlichem Verbrauch 5 Kerzen, eine Mischgasflamme von demselben Verbrauch 15 Kerzen und eine Acetylenflamme von 12 Liter Verbrauch ebenfalls 15 Kerzen entwickelt, bei

a) Fettgas zu $\frac{1,625}{5} = 0,325$ Pfg.

b) Mischgas „ $\frac{2,285}{15} = 0,152$ „

c) Acetylen „ $\frac{2,360}{15} = 0,158$ „

Hiernach war also schon damals bei einem Carbidpreise von 35,30 Mk. für 100 kg die Einheit der Lichtstärke (Normalkerze) bei der Mischgas- und Acetylenbeleuchtung annähernd nur halb so teuer wie bei der früheren Fettgasbeleuchtung. Daraus ergiebt sich, dafs

[1]) Hergestellt in einer besonderen Anlage und im komprimierten Zustande den Wagen zugeführt. — [2]) Über den durchschnittlichen Herstellungspreis des Mischgases in den Jahren 1900 und 1901 vergl. oben S. 728 u. 729.

die Mischgasbeleuchtung, auf die gleiche Lichtmenge berechnet, um so teurer sein mufs, je ärmer das Mischgas an Acetylen ist, zumal wenn man die heute erheblich niedrigeren Carbidpreise in Betracht zieht. Dies wird bestätigt durch Mitteilungen von Staby[1]) über die Kosten der Mischgasbeleuchtung bei den pfälzischen Eisenbahnen, auf denen man seit Anfang 1903 ein Mischgas von nur 14 Proz. Acetylengehalt[2]) benutzt. Im Jahre 1902 stellten sich dort die Gesamtkosten für 1 cbm wirklich verbrauchtes Mischgas auf rund 1,05 Mk., woraus sich ein Preis von 0,21 Pfg. für die Normalkerzenstunde berechnet, trotzdem das benutzte Carbid nur mit 23 Mk. für 100 kg bezahlt war.

Die oben[3]) über die Betriebsergebnisse aus den preufsischen Staatsbahnen vom Jahre 1901 gegebene Übersicht zeigt, dafs in den verschiedenen Mischgasanstalten trotz des überall gleichen Carbidpreises (28 Mk.) die Selbstkosten für 1 cbm Mischgas aufserordentlich schwanken. Sie betrugen im Durchschnitt der 44 damals vorhandenen Anstalten 62,98 Pfg. für 1 cbm, also — offenbar infolge der Errichtung einer Reihe kleinerer Mischgasanstalten — mehr, als den obigen Berechnungen zu Grunde gelegt ist. Für die Hauptmenge des verbrauchten Mischgases stellen sie sich aber bedeutend niedriger, so in der Anlage im Grunewald auf nur 43,31 Pfg., in Berlin, Schlesischer Bahnhof auf 49,44 Pfg., in Kohlfurt auf 45,19 Pfg., in Kassel auf 44,27 Pfg.

Seit Frühjahr 1902 ist, wie überall, so auch das im Betriebe der preufsischen Staatsbahnen verwendete Carbid in Bezug auf Gasausbeute erheblich besser geworden[4]), so dafs mit einer höheren Gasausbeute gerechnet werden kann. Demnach dürfte sich heute die Normalkerze im Mischgas im Betriebe der preufsischen Eisenbahnverwaltung bei einem durchschnittlichen Selbstkostenpreise von 50 Pfg. für 1 cbm Mischgas auf nicht mehr als rund 0,14 Pfg. stündlich, einschliefslich aller Unkosten nebst Verzinsung und Tilgung des gesamten Anlagekapitals stellen.

Verwendung des Acetylenlichts in der Photographie, in Projektionsapparaten und für Signalzwecke.

Die an anderer Stelle dieses Handbuchs näher dargelegten Eigenschaften des Acetylenlichts liefsen dasselbe für solche Anwendungsarten besonders geeignet erscheinen, bei denen es in erster Linie auf Helligkeit und rein weifse Flamme ankommt. Derartige Verwendungsgebiete sind vor allem die Photographie, ferner die optische Projektion und das gesamte Signalwesen. Unter Hinweis auf die eingehenden Darlegungen der hierfür in Betracht kommenden wichtigsten theore-

[1]) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 43, 394. — [2]) Vergl. S. 731. — [3]) S. 728 u. 729. — [4]) Vergl. auch S. 731 über die bessere Gasausbeute des im Jahre 1902 in den pfälzischen Mischgasanstalten benutzten Carbides.

tischen Momente [1]) soll hier lediglich über eine Reihe in dieser Richtung angestellter praktischer Versuche und Beobachtungen berichtet werden.

In der Photographie ist die Anwendung des Acetylens vorgeschlagen worden zur unmittelbaren Aufnahme von Porträts und zum Kopieren von Negativen. Schon im April 1898 [2]) zeigte der Photograph Löcher gelegentlich eines Vortrages im Gewerbeverein zu Metz, wie mit Hilfe des Acetylenlichts die Aufnahme von Photographien bei Nacht erfolgen kann. Wenn auch die Versuche befriedigende Resultate zeigten, so waren doch sowohl die Apparate zur Erzeugung des Acetylengases, wie auch die Anordnung zur Beleuchtung der Objekte noch verbesserungsfähig.

Mit bedeutend besseren Mitteln und in weit vollkommenerer Weise wurden gleichartige Versuche von Dr. Oskar Münsterberg auf der 27. Wanderversammlung des deutschen Photographenvereins zu Magdeburg im August 1898 [3]) vorgeführt. Die dabei zur Aufnahme zweier Porträts benutzte Einrichtung bestand aus zwei Brennerständern mit 10 und 7 Flammen, deren Licht durch dahinterstehende weifse Reflektorschirme nach vorn auf einen aus sehr durchsichtigem Pauspapier bestehenden Schirm von 2 m Breite und 3 m Höhe geworfen wurde. Das durch diesen Schirm diffus gemachte Licht der 17 Flammen lieferte die Beleuchtung der Lichtseite des Objektivs. Auf der Schattenseite wurde die nötige Aufhellung durch fünf Acetylenflammen besorgt, deren Licht ebenfalls mit weifsem Schirm reflektiert wurde. Auch hier erfolgte die Zerstreuung des Lichtes durch einen Pauspapierschirm. Zur Aufnahme des ersten Porträts, des Kniestücks einer Dame im weifsen Kleide, waren bei ausschliefslicher Benutzung der 17 Flammen auf der Lichtseite 10 Sekunden Belichtung nötig, während ein Brustbild in holländischem Kostüm unter Hinzuziehung der Schattenbeleuchtung 12 Sekunden Belichtung erforderte. Der Vortragende erhoffte von einer Vervollkommnung der Technik eine bedeutende Herabsetzung der Expositionszeiten.

Über weitere Versuche ähnlicher Art wurde in der Deutschen Photographenzeitung berichtet [4]). Dieselben haben die vollständige Brauchbarkeit des Acetylens zur Aufnahme von Porträts und Innenräumen ergeben.

Von Liesegang [5]) ist mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dafs beim Photographieren nur gut gereinigtes Acetylen verwendet werden kann, da die silberhaltigen Platten insbesondere durch diejenigen Verunreinigungen, welche Phosphor enthalten, dunkel gefärbt werden. Die einer Atmosphäre von Acetylen ausgesetzten lichtempfindlichen Schichten werden im Entwickler rasch braun gefärbt, ebenso

[1]) S. 368 u. flgde., sowie ferner S. 431. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 39. — [3]) Deutsche Photogr.-Ztg. 1898, Nr. 46 u. 47; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 2, 355 u. 362. — [4]) 1900, 176. — [5]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 195.

auch hochempfindliches Bromsilberpapier. Sehr verdünnte Schwefelsäure beseitigt nach dem Fixieren diese Färbung wieder.

Die Verwendung des Acetylens im direkten Kopierverfahren ist von Dr. Richard Hilbert[1]) vorgeschlagen. Er belegte eine Reproduktion mittlerer Dichte im Kopierrahmen mit Kurzschem Celloidinpapier; diese Platte wurde in einem Abstand von 10 cm von einer Acetylenflamme $2^1/_2$ Stunden lang belichtet. Diese Zeitdauer war erforderlich, bis die Schatten des Bildes den Bronzeton angenommen hatten. Die fixierte Kopie war von einer Tageslichtkopie nicht zu unterscheiden[2]).

Zu Vergröfserungen und Reproduktionen verwendet Baurat Dr. Meidenbauer[3]) Acetylenbeleuchtung mittels eines eigenen Reproduktionsapparates. Für eine dreifache Linearvergröfserung genügte eine Belichtung von $^1/_2$ bis 1 Minute, zur Herstellung eines Diapositivs eine solche von 1 bis 2 Minuten.

Natürlich richtet sich die Beleuchtungsdauer nach der Dichtigkeit des Negativs, indes gestattet die stets gleichbleibende Helligkeit der offenen Acetylenflamme nach kurzer Übung eine leichte Bemessung der Expositionszeit.

Mehrjährige Erfahrungen über die Benutzung des Acetylenlichts in der Photographie hat Oskar Wehde in Bückeburg gemacht. Aus seinen Mitteilungen[4]) darüber sei hier folgendes auszugsweise wiedergegeben:

Jeder Photograph, der in der Weihnachtszeit täglich sechs bis acht Stunden sitzt, um Negative zu retouchieren, weifs, wie sehr die Augen durch das fortwährende Sehen bei dem Petroleumlicht angestrengt werden. Dieser Übelstand wird durch die grofse Helligkeit und die dem Sonnenlicht beinahe gleich kommende reine Weifse[5]) des Acetylenlichtes beseitigt. Für Retouchezwecke genügt für Negative bis Gröfse 18 × 24 cm eine zehnkerzige Flamme. Mittels Schlauch und verschiebbarer Lampe ist es dem Retoucheur leicht, sich die Lichtquelle ganz nach seinen Wünschen hin und her zu schieben, sowie hoch oder niedrig zu stellen. Besondere Beachtung verdient noch der Umstand, dafs gegenüber allen anderen Lichtarten die Wärmeentwickelung[6]) der Acetylenflamme (als Leuchtflamme) ganz minimal ist. Es ist dies, selbstverständlich vorausgesetzt, dafs die Lichtquellen sich in der Nähe befinden, für den Retouchierenden ein grofser Vorteil, da die Wärmeausstrahlung Müdigkeit u. s. w. hervorruft. Wenn mehrere Personen bei einer Flamme arbeiten sollen, so empfiehlt es sich, dafür eine verstellbare Arbeitslampe zu nehmen und einen stärkeren Brenner von etwa 20 Kerzen.

Im Empfangszimmer thut Acetylenlicht grofse Dienste, weil es die

---

[1]) Int. Monatsschr. f. Medizin 1900, 82. — [2]) Vergl. weiter unten. — [3]) Photogr. Rundsch. 1900, Heft 4. — [4]) Wochenbeilage der Zeitschrift „Photographische Kunst“, 1902, Nr. 27. — [5]) Vergl. S. 368. — [6]) Vergl. S. 218 u. flgde.

Bilder in richtiger Farbe, wie am Tage, erscheinen läfst. Es ist für manchen Kunden, der das Probebild erhält, sehr oft der erste Augenblick mafsgebend für fernere Bestellung, und deshalb in geschäftlicher Hinsicht für den Photographen oft von Bedeutung, dafs Acetylenlicht die Bilder stets bedeutend klarer erscheinen läfst als Petroleum- oder elektrisches Glühlicht.

Viel zu wenig gewürdigt wird die Verwendung des Acetylenlichts zum Kopieren des Bromsilber- und anderen Papiers mit Entwickelung, sowie ferner diejenige zu Vergröfserungs- und Projektionszwecken. Für Kopierzwecke benutzt man das Licht wie folgt:

Entweder wird die Dunkelzimmerlampe so hergerichtet, dafs sich die rote Scheibe zur Seite oder hoch klappen läfst und im Innern sich der Acetylenbrenner befindet, so dafs man so lange belichtet, bis die Scheibe wieder geschlossen wird, oder man benutzt einen Zündflammenbrenner (Kleinsteller). Die Zündflamme mufs aber, um Schleierbildung zu vermeiden, ganz klein eingestellt werden. Zieht man an einer am Gashahn angebrachten Kette, so flammt das Licht auf, und durch Ziehen am zweiten Kettchen verlischt die Flamme bis auf die kleine Zündflamme. Schliefslich kommt noch eine sehr zu empfehlende Vorrichtung in Betracht, die aus einem □-Holzkasten besteht, dessen eine Seite jedoch schräg liegt. In diese schräge Seite wird ein □-Loch geschnitten und ein der Plattengröfse entsprechender Kopierrahmen eingesetzt. An einer der geraden Längsseiten des Kopierapparates bringt man noch eine kleine Thür mit roter Scheibe an. Diese Thür hat den Zweck, das Anzünden und Auslöschen der Flamme zu erleichtern. Die rote Scheibe in der Thür bildet zugleich die rote Lampe.

Vor dem eigentlichen Kopierrahmen mufs nun noch eine gut dichtende Blechplatte angebracht werden, die zum Auf- und Niederklappen eingerichtet ist. Eine daran befestigte Stange führt nach aufsen und endigt in einem leicht zu handhabenden Griff. Will man nun kopieren, so legt man das Bromsilberpapier in den Rahmen und klappt den Verschluß dagegen. Jetzt dreht man den Griff, so dafs sich die Blechplatte vor dem Rahmen (innen) fortbewegt, es wird nun das Papier belichtet. Nach genügender Belichtung dreht man den Griff in entgegengesetzter Richtung wieder vor. Nun kann das Papier herausgenommen und entwickelt werden. Eine sehr gute Eigenschaft des Acetylenlichts wird z. B. bei Verwendung des Eisencitrat-Entwicklers der N. P. G. und des N. P. G.-Papiers ins Auge fallen. Man erhält nämlich, richtige Belichtung vorausgesetzt, damit viel leichter schöne Schwärzen als bei Benutzung einer anderen Lichtquelle.

Der Oberteil des Apparates sollte am besten aus dünnem Eisenblech bestehen und ähnlich dem Schornstein eines Vergröfserungsapparates ausgeführt sein. Diese Einrichtung hat den Vorzug gröfster Bequemlichkeit. Es können zwei Personen in ganz kurzer Zeit grofse Mengen Kopien anfertigen, indem eine belichtet und die zweite vor

dem roten Fenster entwickelt. Es kommt ja kein weifses Licht in den Raum und kann somit ununterbrochen gearbeitet werden. Zur weiteren Bequemlichkeit kann auch noch in der Rahmenklappe ein rotes Glas angebracht werden, und dient dies dann dazu, das Negativ zeitweise auf richtige Lage im Rahmen und auf Staubfreiheit zu prüfen. Diese Apparate kann entweder jeder Klempner herstellen oder man läfst sie dort anfertigen, wo sich eine Fabrik mit derartigen Spezialitäten befafst. Der Preis einer solchen Einrichtung ist ein sehr geringer, und doch thut sie dieselben Dienste wie eine der teuren Einrichtungen, deren Mechanismus gelegentlich auch einmal versagt.

Will man das Acetylenlicht für Projektions- und Vergröfserungsapparate benutzen, so soll man stets nur allerbeste Zweistrahlen-Flachbrenner mit Luftzuführung nehmen, die weder rufsen, ziehen, noch flackern. Bei guter Gasentwickelung ist die Lichtstärke stets genau dieselbe, was den grofsen Vorteil hat, dafs jede Kopie gleich gut werden mufs, da ja keine allmähliche Abnahme der Lichtstärke wie bei Spiritus- oder Benzin- oder gar bei Petroleumglühlicht stattfindet. Um die nötige Helligkeit zu erreichen, vereinige [1]) man mehrere kleine Brenner zu einem möglichst dichten Flammenbündel, womit sich bei richtiger Brennerstellung Lichtstärken von 300 bis 500 Kerzen erreichen lassen. Die bei Benutzung von Acetylenlicht zu verwendenden Projektionslampen sollen in allen Teilen hart gelötet sein. Nicht selten vereinfachen sich die Fabriken die Arbeit und löten mit Zinnlot. Die Folge davon ist, dafs bei schlechtem Wärmeabzug die Teile so warm werden, dafs sie nach einiger Brennzeit direkt ablöten. Dann tritt das Gas hinzu, verrufst den ganzen Apparat, und wenn nicht sofort der Gashahn abgestellt wird, kann auch noch der Kondensator zerspringen. Man lasse sich deshalb durch schöne Bronzierung nicht irreleiten, sondern schabe diese nötigenfalls fort. Findet man dann an den Lötstellen Weichlot (Zinn und Blei), so weise man derartige Teile zurück. Im übrigen überlasse man die Stellung der Brenner und Einrichtung der Lampen einer dazu eingerichteten Fabrik, die auf Grund ihrer Erfahrungen am besten beurteilen kann, welche Art Brenner- oder Lampenformen sich bewähren. Man gebe daher nur an, wie stark die Lichtquelle sein soll und welcher Raum im Apparat zur Verfügung steht.

Über die Benutzung des Acetylenglühlichts sagt Wehde wörtlich folgendes:

„Ich kopierte Kurzsches Celloidinpapier (blank) bei einer Flamme und mit mitteldichtem Negativ. Ein Ankopieren war nach einer Minute zu bemerken. Eine tonbadreife Kopie erzielte ich in 1 Stunde 46 Minuten. Der Abstand zwischen Rahmen und Lampe betrug 20 cm. Die Platte wurde 40° C. warm.“

---

[1]) Vergl. S. 403 u. flgde.

Die Anwendung des Acetylenlichts zu Projektionszwecken reicht fast bis in die erste Zeit der Einführung dieser Beleuchtungsart zurück. So hat schon 1898 der Astronom Archenhold-Berlin[1]) Projektionen mit Acetylenlicht gemacht und dasselbe für diesen Zweck sehr brauchbar befunden. Ein Acetylenbrenner ersetzt nach seinen Beobachtungen im Projektionsapparat drei gute Petroleumflammen, ohne die grofse Hitze und den lästigen Blakgeruch der hellen Petroleumbrenner zu besitzen. Solche Projektionsbilder mit Hilfe von Acetylenlicht wurden im gleichen Jahre der Leipziger Gesellschaft zur Pflege der Photographie vorgeführt, und auch hier die Annehmlichkeit und vorzügliche Wirkung des Lichtes gerühmt.

Dr. E. W. Büchner-Pfungstadt[2]), der sich schon seit dem Jahre 1897 mit der Verwendung des Acetylens zu Projektionszwecken beschäftigte, fand, dafs auch dafür nur ein sehr sorgfältig gereinigtes Gas verwendet werden darf.

In den letzten Jahren ist das Acetylenlicht für öffentliche Schaustellungen von Lichtbildern mehr und mehr in Anwendung gekommen und der kleine Acetylenapparat bildet heute bei sehr vielen umherziehenden Schaustellern dieser Art einen wesentlichen Teil ihrer Ausrüstung. Der Natur dieser Betriebe entsprechend handelt es sich meist um kleine tragbare Apparate, die eine schnelle Aufstellung und einen leichten Transport ermöglichen. Leider sind diese Apparate, die meist nach dem Tropf- oder Tauchsystem konstruiert sind, nicht selten unter Verwendung billiger Bleche wenig solide und haltbar ausgeführt, weil der billige Preis der Anschaffung hier wesentlich in Betracht kommt. Dabei ist der mit den automatischen Apparaten dieser Art verbundene Nachteil der Nachentwickelung[3]) namentlich bei Verwendung eines nur kleinen Gasbehälters sehr schwer einzuschränken und macht sich daher bei der Anwendung des Acetylens zu den genannten Zwecken vielfach störend bemerkbar. Übrigens dürfte die Verwendung ungeeigneter Apparate in erster Linie auch die Schuld daran tragen, dafs sich das Acetylenlicht in den sachverständigen Kreisen der Photographie und Projektionskunst noch keiner grofsen Beliebtheit zu erfreuen scheint[4]) und seine Anwendung dort durchaus nicht in dem verdientem Mafse zugenommen hat. Für stationäre Einrichtungen in photographischen Ateliers, gröfseren Vortragssälen u. s. w. ist natürlich jeder sonst brauchbare Acetylenapparat in jeder beliebigen Gröfse zu verwenden.

---

[1]) Ztschr. f. Calc. u. Acet. 2, 39. — [2]) Ebenda 2, 63 u. 311. — [3]) Vergl. oben S. 264. — [4]) So wird z. B. in dem Buche von Hans Schmidt-München „Anleitung zur Projektion photographischer Aufnahmen und lebender Bilder", Berlin 1901, das Acetylen als Lichtquelle nur sehr flüchtig berührt, und als Begründung dafür „der widrige Geruch, der dem Gas anhafte und, wie es scheint, unmöglich macht, dafs dasselbe salonfähig wird" angegeben (vergl. z. B. auch Ztschr. f. Calc. u. Acet. 5, 337).

Gleichfalls weit zurück reichen die Bemühungen und Versuche, das Acetylenlicht für das Signalwesen zu benutzen. Die Gesichtspunkte, welche für die Verwendung eines Lichtes zu diesen Zwecken mafsgebend sind, haben bereits oben ausführliche Darstellung gefunden [1]). Namentlich die grofse Strahlungsenergie des Acetylenlichts läfst dasselbe zur Anwendung im Signalwesen besonders geeignet erscheinen.

Über die Benutzung als Mitteilungslicht zur See hat schon 1897 Professor V. B. Lewes in einem Vortrage vor der Institution of Naval Architects [2]) ausführliche Mitteilungen gemacht. Allerdings schwebte dem Redner damals noch das flüssige oder stark komprimierte Acetylen als für diese Zwecke besonders geeignet vor. Indessen gelten seine Anregungen im allgemeinen ebenso gut auch für das aus dem Calciumcarbid unter niedrigem Druck direkt gewonnene Acetylengas. Als Anwendungsgebiete fafste Lewes unter Hinweis auf das starke Durchdringungsvermögen des Acetylenlichts insbesondere die Beleuchtung der Bojen und Leuchttürme, ferner aufser dem Antrieb von Torpedobooten mit Acetylenmotoren die Ausrüstung der Schiffe mit Acetylenscheinwerfern ins Auge. Eine weitere vorteilhafte Verwendung des Acetylens versprach er sich für selbstthätige Signallichter — ähnlich dem jetzt im Gebrauche befindlichen Holmesschen Lichte —, um Rettungsringe, Torpedos u. dergl. zu markieren. Er empfahl zu diesem Zwecke, eine Holmessche Patrone mit einer Mischung von Calciumcarbid und Calciumphosphid zu füllen. Dadurch sollte das in Berührung mit Wasser sich aus ersterem entwickelnde Acetylen zur Entzündung gebracht werden und so eine weithin reichende Flamme erzeugen. Solche Leuchtbojen sind von Lewes selbst und später u. a. von Wiese und Gröschner [3]) hergestellt worden.

Weitere Vorschläge über die Verwendung des Acetylens in der Schifffahrt machte im Oktober 1899 auf der Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins Dr. Adolph Frank [4]). Aufser der Anwendung zur Beleuchtung der Schiffe empfahl er das Acetylenlicht wegen seines starken Leuchteffekts als erstklassiges Signallicht für die Schifffahrt.

Versuche zur Anwendung des Acetylens als Signallicht in Leuchttürmen u. dergl. wurden im Jahre 1899 [5]) auf der Elbe angestellt. Wie durch die anwesenden Beamten der Seewarte und des Germanischen Lloyd festgestellt wurde, waren die Lichter noch auf Entfernungen von $1^3/_4$ Seemeilen deutlich zu erkennen. Besonders das grüne Licht war von grofser Helligkeit und Reinheit.

Über die vorteilhafte Anwendung als Leuchtturmlicht sind die Meinungen übrigens noch geteilt [6]). Schon 1897 hat die russische Re-

[1]) S. 368 u. flgde., sowie S. 431. — [2]) Ztschr. f. Calc. u. Acet. 1, 36 u. 37. — [3]) Ebenda 4, 455. — [4]) Acet. i. Wiss. i. Ind. 2, 308. — [5]) Ebenda 2, 385. — [6]) Vergl. auch S. 431.

gierung[1]) einen der längs der Ufer des Ladogasees stehenden Leuchttürme probeweise mit Acetylenbeleuchtung versehen lassen. Indessen ist über den Erfolg dieser Versuche und über fernere Anwendungen, die seinerzeit beabsichtigt wurden, in der Fachlitteratur nichts berichtet worden. Ähnliche Versuche sind in Italien 1899 an dem bekannten Leuchtturm von Civita Vecchia[2]) angestellt worden. Dieser Leuchtturm hat etwa 36 m Höhe, so dafs er auf höchstens etwa 18 Seemeilen sichtbar sein kann. Bei dieser Entfernung war nun der mit Acetylen beleuchtete Turm thatsächlich auch noch sehr deutlich zu erkennen. Der Brenner war so angeordnet, dafs eine Flamme von 70 mm Durchmesser und 29,6 carcel Intensität erzielt wurde. Der Carbidverbrauch betrug 0,75 kg in der Stunde. Die Kosten beliefen sich bei einem Carbidpreise von 40 Pf. pro Kilogramm auf 0,37 Frcs. stündlich, während sich die Beleuchtung mit Petroleum auf 0,50 Frcs. stellte. Auch die Kosten der ersten Einrichtung waren geringer als die für Petroleum. Die Versuche dauerten 13 Tage. In Canada wurden neuerdings gleichartige Versuche in Fother Point, auf einem der wichtigsten Leuchttürme des unteren St. Lorenzstromes angestellt[3]), die ebenfalls sehr günstig ausgefallen sein sollen.

Auch in England sind Versuche angestellt, und man steht dort zur Zeit[4]) im Begriff, den Leuchtturm im Hafen von Fowey (Cornwall) mit Acetylenlicht nach den Angaben der Firma Julius Pintsch in Berlin einzurichten. Mit Rücksicht auf das durchaus erforderliche sichere Funktionieren des Feuers wird das dazu nötige Acetylen im Laufe des Tages in einem Handapparat[5]) in solcher Menge erzeugt, dafs davon mindestens der Bedarf für eine Nacht gedeckt werden kann. Wäscher und Gasbehälter werden im Winter anstatt mit Wasser mit einem geeigneten Frostschutzmittel[6]) gefüllt, auch wird für Trocknung des Gases Sorge getragen, um ein Einfrieren der nach dem Brenner führenden Rohrleitung durch mitgerissene und niedergeschlagene Wasserdämpfe zu verhindern.

Die zu benutzenden Brenner richten sich natürlich in Leuchtkraft und Gröfse der Flamme ganz nach den an das Feuer gestellten Anforderungen, sowie nach der Gröfse des Linsenapparates. Um in einem bisher mit Petroleumlicht versehenen Leuchtturm bei Einführung von Acetylenlicht eine günstige Ausnutzung und Verteilung des Lichtes durch die vorhandene Linse beizubehalten, hat man der Acetylenflamme möglichst die Dimensionen zu geben, welche die Petroleumflamme besafs. Bei Neueinrichtungen dagegen wird man den Acetylenbrenner zweckmäfsig so klein wie möglich halten, insbesondere wenn es sich um Drehfeuer handelt. Fig. 430 (a. f. S.) zeigt einen Acetylenbrenner, wie er von Julius Pintsch für Leuchtfeuerapparate verwendet wird. Der-

[1]) Ztschr. f. Calc. u. Acet. 2, 95. — [2]) Ebenda 4, 84, nach Génie Civil 1900. — [3]) Das Acetylen 7, 20. — [4]) Januar 1903. — [5]) System Pintsch nach Patent Pictet, vergl. Fig. 81, S. 299. — [6]) Vergl. S. 352.

selbe verbraucht in der Stunde 220 Liter Acetylen und besitzt nach den Angaben der Firma eine Leuchtkraft von 289 Hefnerkerzen, so dafs mit einem Gasverbrauch von nur 0,762 Liter für eine Stundenkerze zu rechnen ist. Die Leuchtkraft pro Quadratcentimeter der Projektion beträgt 19,2 Hefnerkerzen.

Fig. 430.





Acetylenbrenner von Julius Pintsch für Leuchtturmapparate.

Für selbstthätige Leuchtbojen, sowie für die Beleuchtung der Feuerschiffe, für schwimmende Signale u. dergl. scheint das Acetylen in letzter Zeit mehr und mehr benutzt zu werden.

Einen Scheinwerfer speziell für den Schifffahrtsdienst hat C. I. Lundström[1]) mit vielem Erfolg in den Handel gebracht. Die grofse Wirkung dieses Scheinwerfers beruht in der eigenartigen Gestaltung seiner Reflektoren. Die Flamme befindet sich im Brennpunkte eines hinter ihr angebrachten paraboloidischen Spiegels, welcher den Boden eines cylindrischen Gehäuses bildet. Die Innenseite des letzteren besteht aus einer Reihe von stufenförmig vereinigten Ringreflektoren, die sämtlich das gegen sie ausgestrahlte Licht nach dem Brennpunkte des Spiegels zurückwerfen. Diese Einrichtung gestattet eine aufserordentlich hohe Ausnutzung der Flamme, so dafs der Lichteffekt bei Benutzung eines Brenners von nur 50 bis 60 Hefnerkerzen scheinbar 9000 Hefnerkerzen erreichen und man dadurch in der Lage sein soll, auf 600 m Entfernung noch alle Gegenstände zu erkennen. Zweifellos werden solche Scheinwerfer insbesondere auf Segelschiffen, wo eine elektrische Beleuchtung schwer möglich ist, sich bald allgemein einbürgern, zumal die Unterhaltungskosten aufserordentlich niedrige sind und die Mitnahme des verhältnismäfsig geringen Vorrats Carbid keine Schwierigkeiten machen wird. Die für die Erzeugung des Acetylens zu solchen Zwecken angewendeten Apparate können beliebiger Konstruktion sein, jedoch empfiehlt sich nach Frank[2]) für die Verwendung auf Schiffen an Stelle der beweglichen die Benutzung fester Gasbehälter, wie sie für die Aufbewahrung von Gasen im Laboratorium gebraucht werden.

Sehr zahlreich sind die von den Militärverwaltungen fast aller Kulturstaaten angestellten Versuche zur Benutzung des Acetylens für transportable Beleuchtung. Einen Apparat, der dazu dient, in der Dunkelheit auf dem Gefechtsfelde die Verwundeten zu suchen, führte

[1]) Ztschr. f. Calc. u. Acet. 4, 415. — [2]) a. a. O.

Oberleutnant v. Kries[1]) 1899 in einem Vortrage einer gröfseren Versammlung von Sachverständigen vor. Der Apparat besteht aus einem tragbaren Acetylenentwickler mit einem Scheinwerfer und ist so leicht konstruiert, dafs er von einem Bedienungsmann auf dem Rücken getragen werden kann. Der Scheinwerfer ist nach allen Seiten hin drehbar und soll hinsichtlich der Helligkeit und Brenndauer des Lichtes weitgehenden Anforderungen entsprechen.

In der Form der sogenannten Acetylenfackeln werden ähnliche Scheinwerfer übrigens bereits seit längerer Zeit vielfach in den Handel gebracht; sie werden aufser zur transportablen Beleuchtung für nächtliche Strafsenarbeiten u. dergl. auch vor allem im Dienste der Feuerwehr an Stelle der bisher vielfach benutzten Kienfackeln verwendet. Über einen guten Erfolg derartiger Versuche wurde aus Basel[2]) und Berlin[3]) berichtet. Es wird gerühmt, dafs das Acetylenlicht sich auf Brandstellen zur Durchdringung des Rauches und des Dampfes vorzüglich bewährt[4]).

Bei der Anwendung des Acetylenlichts zu militärischen Zwecken kommt in erster Linie die optische Telegraphie in Frage. Hier hat das Acetylen die Feuerprobe bereits bestanden, indem nicht nur im Manöver, sondern auch auf dem Schlachtfelde Acetylenapparate zu solchen Zwecken vielfach angewendet wurden. So wurde in Italien[5]) 1899 eine Signalverbindung durch Acetylenflammen zwischen Malta und Sizilien bewirkt. Die Acetylenflammen standen im Brennpunkte gewaltiger Scheinwerfer, die überwundene Entfernung betrug 185 km und der Erfolg war trotz ungünstiger Witterung und niedriger Aufstellung der Apparate ein vollkommener. In Frankreich wurden im Sommer des gleichen Jahres[6]) auf einem 2000 m hohen Berggipfel Versuche mit Acetylenlicht für Zeichengebung mit gleichfalls gutem Erfolge gemacht. In Deutschland spielte das Acetylen bei den Kaisermanövern 1900[7]) eine Rolle. Während bei den früheren Versuchen das Acetylen aus gewöhnlichen Brennern in offener Flamme verbrannt wurde, wurde hier nach einem Verfahren von Dr. Knöfler-Berlin eine Acetylenmischung mit Sauerstoff hergestellt und mit diesem Knallgas ein Licht von der dreifachen Stärke des Drummondschen Kalklichts erzeugt. Die Funkenblitzsignale waren bei Tage 6 bis 8, bei Nacht 12 bis 16 km weit sichtbar. Diese neue Vervollkommnung wurde von Fachleuten als eine „hervorragende militärtechnische Errungenschaft" bezeichnet.

Während der Belagerung von Mafeking diente das Acetylenlicht den Engländern speziell als Suchlicht für heliographische Signale[8]),

---

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 10 u. 181. — [2]) Ebenda 2, 74. — [3]) Ebenda 2, 291. — [4]) Lewes, Handbuch 1900, S. 468. — [5]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 267; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 222. — [6]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 382. — [7]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 442; Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 376. — [8]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 3, 344.

ferner während des ganzen Burenkrieges[1]) auf beiden Seiten zum Suchen der Verwundeten, Ableuchten der feindlichen Stellungen und zur Abgabe optischer Signale überhaupt. Für alle diese Zwecke hat sich das Acetylen derart gut bewährt, dafs in fast allen Armeen diese Versuche mit gröfstem Interesse fortgesetzt werden. Die Anforderungen, welche für diese Benutzung des Acetylens an die Erzeugungsapparate des Gases sowohl wie auch des Lichtes gestellt werden müssen, sind durch die Anwendung ohne weiteres gegeben. Der Acetylenapparat mufs klein und leicht transportabel, aber dauerhaft und möglichst zuverlässig in der Funktion sein. Geringe Nachentwickelung bezw. Gasverluste während des Betriebes werden wegen der ausschliefslichen Benutzung im Freien nicht allzu störend in Betracht kommen, ebenso dürfte der Herstellungspreis keine wesentliche Rolle spielen. Praktische und zweckentsprechende Form und Anordnung aller Teile ist die Hauptsache. Das Einwurf- und Berührungssystem werden für derartige transportable Apparate wegen des nur mit Schwierigkeiten abschliefsbaren Wasservorrats kaum in Frage kommen, so dafs eigentlich das Wasserzulaufsystem und insbesondere das Tropfsystem für diese Benutzungsarten vorzugsweise am Platze sind[2]). Eine kompendiöse Verpackungsart, womöglich in Tornisterform oder dergl. wird sehr zu empfehlen sein.

Im Anschlufs hieran sei noch kurz einiger besonderer Anwendungsarten des Acetylenlichts gedacht, die mit den hier behandelten in entfernterer Beziehung stehen.

Das Acetylen liefert wegen der Schönheit seines Lichts eine hervorragende Reklame- und Illuminationsbeleuchtung. Als solche ist es schon seit längerer Zeit wiederholt gewürdigt worden, und eine mit Acetylenflammen hergestellte Illumination gehörte keineswegs zu den Seltenheiten; es sei an einige hervorragende derartige Effektbeleuchtungen hier erinnert, die sich wegen der einzigartigen Schönheit der Wirkung dem Gedächtnisse aller Zuschauer eingeprägt haben: Die Illumination beim Seenachtfest in Luzern August 1897, bei der Krönung der Königin von Holland, die Beleuchtung der Seineufer in Paris während der Weltausstellung 1900[3]) und des Tonhallenparks zu Düsseldorf im September 1900[4]) u. a.

Besonders geeignet erscheint das Acetylenlicht zur Benutzung in Bergwerken. Namentlich gebraucht man dort eine gute Beleuchtung beim Schachtabteufen zur Vermeidung von Unglücksfällen durch Hereinbrechen von nicht genügend untersuchten Stöfsen, ferner zur Erhellung der Grubenräume, insbesondere auf mächtigen oder steilstehenden Lagerstätten mit hohen Abbauen. Das elektrische Licht ist hier wegen der vielfach erforderlich werdenden Verlegungen und Ausbesserungen be-

---

[1]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 336. — [2]) Vergl. S. 274 u. flgde. — [3]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 105. — [4]) Ebenda 4, 240.

kanntlich nicht oder doch nur mit grofsen Schwierigkeiten zu verwenden. Es sind deshalb schon seit Jahren von den verschiedensten Seiten Versuche angestellt, das Acetylenlicht in ausgedehnterem Umfange in Bergwerken zu benutzen[1]) und zwar in der Hauptsache mit aufserordentlich befriedigendem Ergebnis. Über die Benutzung des Acetylenlichts in stationären Abbaulampen lauten sämtliche Berichte durchaus günstig. Auch mit Acetylen-Sicherheitslampen für mit Schlagwettern behaftete Gruben hat man gute Erfahrungen gemacht. Frank rühmt als Vorzug der letzteren neben dem starken weittragenden Licht, dafs die Flamme sich in sauerstoffarmen oder kohlensäurereicheren Grubenwettern bedeutend länger hält als das offene Rüböllicht, dafs sie jedoch immerhin frühzeitig genug erlischt, um ein gefährliches Gasgemisch bei einiger Aufmerksamkeit rechtzeitig erkennen zu lassen. Auch Williger hebt rühmend den Umstand hervor, dafs die Lampe noch bei schlechten Wettern brennt, in denen die Rüböllampe versagt, so dafs sie also in Orten mit hohem Gehalt an Kohlensäure mit Vorteil benutzt werden kann. Manger[2]), der umfangreiche Versuche mit der vom königl. Bergmeister Stuchlik konstruierten, von Friemann & Wolf in Zwickau hergestellten Acetylen-Grubensicherheitslampe anstellte, betont, dafs sich mit der reduzierten Acetylenflamme bereits ein Schlagwettergehalt der Grubenluft von 1 Proz. an der in der Lampe entstehenden grünlichen Aureole deutlich erkennen lasse. Allem Anschein nach ist das Acetylenlicht berufen, alle anderen Lichtarten in Bergwerken wegen seiner mannigfachen Vorzüge ganz zu ersetzen[3]).

Endlich sei noch kurz der Anwendungen des Acetylenlichts für ärztliche Zwecke gedacht, wo es in einer einfachen Untersuchungslampe mit Reflektor zur Beleuchtung des Kehlkopf- und Augenspiegels und anderer Untersuchungsapparate sich sehr bewährt hat[4]). Auch als besonders wirksames Beleuchtungsmittel für Lichtheilzwecke[5]) ist das Acetylenlicht empfohlen worden. In allen diesen Fällen kommen gewöhnliche offene Acetylenbrenner mit geeigneten Reflektoren zur Anwendung.

---

[1]) Vergl. die Vorträge über Versuche mit Acetylenbeleuchtung in Bergwerken in der Sitzung der preufsischen Stein- und Kohlenfall-Kommission am 29. März 1901, von G. Francke, Professor an der Bergakademie zu Berlin (Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preufsischen Staate, 1901) und am 2. und 3. April 1903 von Generaldirektor Williger und Bergrat Wiggers. Protokoll der Verhandlungen der vorgenannten Kommission (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn in Berlin). Vergl. ferner Mitteilungen von Bergwerksdirektor Wachsmann (Ferdinandsgrube in Schlesien) in der Zeitschrift des Oberschlesischen Berg- und Hüttenvereins, 1902. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 5, 292. — [3]) Näheres über Bergwerksbeleuchtung mit Acetylenlicht vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. 7, 183, 191, 199. — [4]) Briefliche Mitteilungen von Dr. med. Wilda in Strelitz und Dr. med. Dubois in Johannisburg (Ostpreufsen) an den Deutschen Acetylenverein. — [5]) Ludwig, Ztschr. f. Calc. u. Acet. 4, 145 bis 150.

Flüssiges und gelöstes Acetylen.

Die Überführung des gasförmigen Acetylens in den flüssigen Zustand, sowie die Auflösung desselben in gewissen Flüssigkeiten sind bereits in dem Abschnitt „Physik des Acetylens“ [1]) besprochen worden. Hier soll nur von der Verwendung des flüssigen und gelösten Acetylens in der Praxis die Rede sein.

a) Flüssiges Acetylen.

In den Jahren 1894 und 1895 war die Ansicht allgemein verbreitet, die praktische Verwendbarkeit des Acetylens für Beleuchtungszwecke sei in der Richtung anzustreben, dafs man es verflüssige und dann ähnlich wie Kohlensäure in Stahlflaschen in den Handel bringe. Es läfst sich nicht leugnen, dafs es kaum eine bequemere Art seiner Verwendung wie der Lichterzeugung überhaupt geben kann. Wenngleich das flüssige Acetylen um nichts gefährlicher ist, als z. B. die flüssige Kohlensäure, die heute auf jedem Dorfe unbedenklich Verwendung findet, ist einstweilen an seine Verwertung zu Beleuchtungszwecken nicht zu denken, da infolge einer Reihe von Explosionen die Benutzung des Acetylens in den meisten Kulturstaaten verboten, bezw. nur mit besonderer Erlaubnis gestattet ist.

Im Oktober 1896 erfolgte in Paris eine Explosion flüssigen Acetylens im Laboratorium von Professor Pictet dadurch, dafs die Arbeiter irrtümlicherweise zwei gefüllte Acetylenflaschen als leere behandelten [2]).

Am 12. Dezember 1896 fand in Berlin im Laboratorium von Georg Isaak eine Explosion flüssigen Acetylens statt. Dieselbe war, wie nachträglich bekannt wurde, zurückzuführen auf den Umstand, dafs Isaak, der bei der Explosion seinen Tod fand, über die Eigenschaften verflüssigter Gase nicht orientiert war und auch nach seiner Vorbildung nicht orientiert sein konnte. Er unterliefs deshalb die Anstellung der nötigsten Vorsichtsmafsregeln, die stets beim Arbeiten mit verflüssigten Gasen oder bei deren Herstellung zu ergreifen sind.

Die gleiche Ursache führte am 25. Dezember 1898 in Jersey City bei New York in einem Holzgebäude der „United States Acetylene Co.“ zur Explosion flüssigen Acetylens, nachdem schon früher einmal eine gleichartige Explosion, wenn auch ohne schlimme Folgen, in demselben Werke vorgekommen war. Der damalige Leiter des Werkes, Maximilian Grimm, war, wie die gerichtliche Untersuchung ergab, weder Chemiker, noch hatte er jemals die einschlägige Fachlitteratur studiert [3]). Die direkte Veranlassung zur Explosion ist nach Altschul [4])

---

[1]) Vergl. oben S. 152 u. 153. — [2]) Altschul, Vortrag in der Deutschen pharmaceut. Gesellschaft zu Berlin vom 6. April 1899. — [3]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 1, 30. — [4]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 359.

darin zu suchen, dafs versäumt worden war, das zur Verflüssigung bestimmte Acetylengas vor der Einbringung in die Kompressionsabteilung des Apparates hinreichend zu trocknen. Die Feuchtigkeit war durch die Ausdehnung des Gases zum Gefrieren gebracht und hatte Verstopfungen hervorgerufen, was indirekt zur Explosion Veranlassung gab.

Um einen Begriff von der Gewalt zu geben, mit der die Explosion flüssigen Acetylens erfolgt, möge hier auszugsweise ein Zeitungsbericht wiedergegeben werden über die Folgen der letztgenannten Explosion.

> „Um $9^1/_2$ Uhr vormittags explodierte plötzlich ein Behälter mit flüssigem Acetylen. In rascher Reihenfolge flogen dann auch die übrigen neun Behälter in die Luft, so dafs es wie eine Kanonade klang. Die Wirkung der Explosion war furchtbar. Bei jedem Donnerschlag stieg eine dichte Rauchwolke empor, auf Meilen im Umkreise bebte die Erde, und weitum in der Nachbarschaft blieb keine Fensterscheibe ganz. Von dem 50 bis 100 Fufs grofsen Fabrikgebäude blieb kein Balken auf dem anderen, überallhin flogen die Trümmer der Wände, der Maschinen, des Daches und das zurückbleibende Chaos geriet im Nu in Brand. Ein Stück des Kessels wurde auf die Strafse geschleudert, im Fluge beinahe das Dach eines Strafsenbahnwagens mit sich reifsend, so dafs einige weibliche Passanten vor Schreck in Ohnmacht fielen. Mehrere Gebäude in der Nähe der Fabrik sind mehr oder weniger schwer beschädigt worden. Die Maschinerie der „Jersey City Electric Light Co.“, ein Häusergeviert entfernt, kam infolge der Erschütterung zum Stillstand, zahlreiche elektrische Drähte rissen und die Polizei hatte alle Hände voll zu thun, um Leute vor den herabhängenden elektrischen Drähten zu warnen. Innerhalb einer halben Meile sind beinahe alle Fensterscheiben gesprungen.“

Ähnliche verheerende Wirkungen richtete die vorerwähnte Isaaksche Explosion in Berlin an. Letztere war die direkte Veranlassung, dafs in Deutschland die Herstellung flüssigen Acetylens nur unter besonderer Erlaubnis und dann auch nur unter ganz besonderen Vorschriften gestattet wurde. In Bayern ist neuerdings die Herstellung überhaupt verboten [§ 2 der Verordnung vom 22. Juni 1901 [1])]. Jedenfalls aber fällt flüssiges Acetylen unter das Reichsgesetz gegen den verbrecherischen und gemeingefährlichen Gebrauch von Sprengstoffen vom 9. Juni 1884 [2]). Es ist deshalb nicht nur seine Herstellung, sondern auch seine Einführung vom Auslande, sein Feilhalten, Verkaufen u. s. w. ohne polizeiliche Genehmigung nicht gestattet und nach § 9 des genannten Gesetzes auch strafbar. Für die Praxis der Acetylenbeleuch-

[1]) Vergl. weiter unten. — [2]) R. G. Bl., S. 61.

tung hat deshalb das flüssige Acetylen zur Zeit kein direktes Interesse. Immerhin dürften Mitteilungen über die in den früheren Jahren bei der Herstellung desselben gemachten Erfahrungen auch an dieser Stelle nicht unangebracht sein.

Es ist verkehrt, das Acetylen unter seinem eigenen Drucke zu verflüssigen. Pictet und Altschul beobachteten mehrere Explosionen unter einem starken dumpfen Knall, als sie Acetylengas in auf — 70° C. gekühlten Stahlflaschen unter eigenem Druck verflüssigten. Dabei lagerte sich sowohl in der Stahlflasche als auch in der Rohrleitung eine dicke Schicht feinen Russes ab. Ferner darf Acetylen nicht zu rasch komprimiert werden, da dabei eine innere Erwärmung erfolgt, die eine Explosion herbeiführen kann.

Völlig gefahrlos kann die Herstellung flüssigen Acetylens unter einem Druck von 1,3 Atmosphären bei einer Temperaturerniedrigung von annähernd — 80° C., dem Gefrierpunkte des Acetylens, erfolgen. Pictet und Altschul haben festgestellt, dafs dann jede chemische Reaktion des Acetylens aufhört und Georges Claude[1]) zeigte im Jahre 1899, dafs man hinreichend abgekühltes flüssiges Acetylen selbst durch einen mit Hilfe des elektrischen Stromes zur Rotglut erhitzten Platindraht nicht zur Explosion bringen kann. Bei der Herstellung ist darauf zu achten, dafs dem Acetylengas vorher alle Feuchtigkeit genommen wird, um die oben geschilderten Gefahren der Eisbildung zu vermeiden.

Erhebliche Gefahren sind mit dem Transporte und der Verwendung flüssigen Acetylens nicht verbunden. Jedenfalls sind sie geringer als bei der flüssigen Kohlensäure, da die kritische Temperatur des Acetylens höher liegt als die der Kohlensäure und das Verhältnis zwischen Druck und Temperatur bei ersterem überhaupt geringer ist als bei der letzteren[2]).

Vieille und Girard haben mit reinem flüssigen Acetylen gefüllte Bomben mit Handrammen bearbeitet, auf Felsen geschleudert und sonst kräftigen Stöfsen ausgesetzt, ohne den Inhalt zur Explosion bringen zu können. Auch als sie gegen die Bomben Flintenschüsse bis zur Durchlöcherung abfeuerten, erfolgte eine solche nicht.

Interessanten Aufschlufs über das Verhalten des flüssigen Acetylens gab die im Oktober 1900 unter Leitung von Gewerbeinspektor Dr. H. Rasch in Berlin von einem Kommando des Gardepionierbataillons vorgenommene Entladung von sieben teilweise mit flüssigem Acetylen gefüllten Stahlflaschen aus dem Betriebe von Raoul Pictet u. Co. in Berlin. Das flüssige Acetylen war im Jahre 1896 von der Firma unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln hergestellt, so dafs aller Wahrscheinlichkeit nach in den Flaschen nur reines Acetylen ohne jede Beimengung von Luft enthalten war. Die Flaschen waren

---

[1]) Compt. rend. 128, 304; vergl. auch oben, S. 142. — [2]) Vergl. Altschul, Acet. in Wiss. u. Ind. 2, 359.

aus gezogenen Stahlrohren hergestellt, hatten einen Rauminhalt von je etwa 12 Liter, eine Wandstärke von 5 bis 6 mm und wogen etwa 20 bis 22 kg. Über die Art der Sprengung und die dabei gemachten Beobachtungen teilt Rasch [1]) folgendes mit:

Flasche 1: Die zur Sprengung gelangte Flasche enthielt etwa 4 kg flüssiges Acetylen. Sie wurde auf der nur schwach geneigten Böschung eines Grabens mit dem Verschlufsende nach oben gelagert. Auf den oberen, mit gasförmigem Acetylen gefüllten Teil der Flasche wurde eine Sprengpatrone von 1 kg Pikrinsäure befestigt. Bei der durch elektrische Zündung eingeleiteten Explosion der Sprengladung wurde der obere Teil der Flasche abgesprengt. Der gröfsere untere Teil derselben wurde an der Bruchstelle bis auf ein Loch von etwa 3 cm Durchmesser zusammengebogen. Eine Explosion des Acetylens trat nicht ein; die Flasche wurde durch Ausströmen gasförmigen Acetylens entleert. Die Beobachtung war durch Sandhügel, hinter denen die Flasche bei der Sprengung lag, beeinträchtigt.

Flasche 2: Sie enthielt $3^1/_2$ kg Acetylen. Die Sprengladung von 200 g Pikrinsäure wurde auf dem unteren, mit flüssigem Acetylen gefüllten Teil der Flasche befestigt. Durch die Zündung der Sprengladung wurde eine mit dumpfem Knall verlaufende Explosion des Acetylens herbeigeführt, die sich durch eine etwa 12 m hohe, fontänenartige, tiefschwarze Rauchwolke zu erkennen gab. An der Explosionsstelle hatte sich eine flache und unbedeutende Vertiefung des Sandbodens gebildet. Nur wenige kleine Sprengstücke konnten aufgefunden werden, die Flasche selbst war verschwunden. Ein Umherfliegen von Sprengstücken wurde nicht beobachtet, so dafs vermutlich die Flasche in kleine Teilchen zertrümmert wurde.

Flasche 3: Etwa 25 cm von einer mit 200 g Pikrinsäure versehenen Flasche wurde eine zweite Flasche gelegt, die etwa 400 g flüssiges Acetylen enthielt; die mit der Sprengladung versehene Flasche wurde durch die Explosion der Pikrinsäure durchschlagen; die zweite Flasche blieb unversehrt, obwohl sie etwa 2 m zur Seite geschleudert wurde.

Flasche 4 bis 6: Drei Flaschen mit je etwa 500 g flüssigen Acetylens wurden dicht zusammen gelagert. Auf dem unteren, mit flüssigem Acetylen gefüllten Teil der Flasche wurde eine Sprengladung von 400 g Pikrinsäure befestigt. Es trat eine heftige, von dumpfem Knall begleitete Explosion des Acetylens ein, sichtbar durch eine grofse, etwa 6 m breite und 20 m hohe tiefschwarze Rauchwolke. Der Flug von zwei grofsen Sprengstücken, die in etwa 50 und 100 m hohen Bogen ungefähr 75 m weit fortgeschleudert wurden, konnte deutlich beobachtet werden. Das eine Sprengstück wog 1,55 kg, während das andere, aus einer lappig zerrissenen Flasche bestehend, noch ein Gewicht von 13,5 kg besafs.

Flasche 7: Die mit etwa 500 g flüssigen Acetylens gefüllte Flasche wurde senkrecht aufgestellt und aus einer Entfernung von etwa 85 m mit einem Infanteriegewehr angeschossen. Das Geschofs traf die Flasche genau in der Mitte und durchschlug glatt die vordere Wand, während die hintere Wandung nur schwach ausgebeult wurde. Eine Explosion des Acetylens trat nicht ein; die Flasche entleerte sich unter einem pfeifenden Geräusch. Der Schufsöffnung entströmte hierbei eine $2^1/_2$ m hohe, leicht bläulich gefärbte Gassäule, deren Färbung vermutlich von einer durch die Kältewirkung herbeigeführten Kondensation des atmosphärischen Wasserdampfes herrührte.

Diese Versuche ergeben in Übereinstimmung mit denjenigen von Vieille und Girard, dafs der Zerfall des flüssigen, wie auch des unter

[1]) Acet. in Wiss. u. Ind. **4**, 179.

50 Atmosphären komprimierten gasförmigen Acetylens durchaus nicht leicht eingeleitet werden kann. Jedenfalls reicht dazu selbst eine so starke Erschütterung, wie sie durch die Explosion von Pikrinsäure bewirkt wird, nicht immer aus. Erst wenn die zur Zersetzung nötige Temperatur herbeigeführt wird, tritt ein Zerfall der Moleküle, d. h. die Explosion ein. Jedenfalls zeigen diese Beobachtungen, wie auch diejenigen der vorgenannten Forscher, dafs die Behandlung flüssigen Acetylens bei der nötigen Sorgfalt durchaus nicht mit aufserordentlichen Gefahren verbunden ist. Trotzdem wird wohl kaum daran zu denken sein, dafs das flüssige Acetylen jemals für Beleuchtungszwecke in weiteren Kreisen Verwendung finden könnte, da die Gefahrenquelle nicht zu beseitigen sein wird, welche bei Ausbruch einer Feuerbrunst in dem zur Aufbewahrung des flüssigen Acetylens benutzten Raume besteht. Allerdings ist, wie Altschul sehr richtig hervorhebt, dieselbe Gefahr vorhanden bei Bomben, welche mit Kohlensäure oder Lachgas gefüllt sind, ohne dafs etwaige Unfälle eine Beschränkung des Vertriebes dieser Gase veranlafst hätten. Allein es bleibt doch zu bedenken, dafs die mit letztgenannten Stoffen gefüllten Bomben immer nur vereinzelt, in Restaurants bezw. bei Zahnärzten in Gebrauch zu sein pflegen, während das für Beleuchtungszwecke freigegebene flüssige Acetylen in jedem Hause Verwendung finden kann.

Dagegen dürfte in Wirklichkeit einer Verwendung des flüssigen Acetylens in der Technik nichts im Wege stehen und ist eine solche für spätere Zeiten wohl auch im gröfseren Umfange zu erwarten.

b) Gelöstes Acetylen.

Nachdem sich bei der Herstellung flüssigen Acetylens die im vorstehenden Abschnitte geschilderten Schwierigkeiten ergeben hatten, suchte man das Acetylengas durch Auflösung in einer den wirtschaftlichen Forderungen entsprechenden Weise transportfähig zu machen. Die französischen Chemiker Georges Claude und Albert Hefs benutzten hierzu die Fähigkeit des Acetons, grofse Mengen gasförmigen Acetylens auflösen zu können[1]. Sie fanden z. B. (1897), dafs 1 Liter Aceton unter einem Druck von 12 Atmosphären etwa 300 Liter Acetylengas, also ungefähr die aus 1 kg Carbid erhaltene Menge, auflöst.

Dies erfolgt unter Vergröfserung des Volumens der auflösenden Flüssigkeit und zwar um 4 Proz. bei je 1 Atmosphärendruck, sodafs 1 Liter mit Acetylengas gesättigtes Aceton unter einem Druck von 12 Atmosphären rund $1^1/_2$ Liter Raum einnimmt. Rechnungsmäfsig ergiebt sich daraus eine Dichte von 0,700, während bei gleicher Temperatur die Dichte des Acetylens nur 0,400 beträgt. Es würde also mit anderen Worten bei Hinzufügen von Aceton zu flüssigem Acetylen eine

[1] Compt. rend. 124, 626; vergl. auch oben S. 153.

bedeutende Kontraktion stattfinden. Theoretisch wäre es demnach nicht ausgeschlossen, dafs man bei hinreichendem Druck in der Raumeinheit vom gelösten Acetylen gröfsere Mengen aufspeichern kann als vom flüssigen. Die Löslichkeit des Acetylengases in Aceton verringert sich bei einer Erwärmung von 15 auf 50° C. ungefähr um die Hälfte. Bei einer Temperaturerhöhung um 30° C. wird also in einem mit gelöstem Acetylen gefüllten Rezipienten der Druck verdoppelt, während eine Temperaturerhöhung von nur 18° bei flüssigem Acetylen schon eine Drucksteigerung von 24 auf 70 Atmosphären zur Folge hat. Die explosiven Eigenschaften des Acetylens sind also, wenn auch nicht völlig aufgehoben, so doch stark vermindert durch seine Auflösung in Aceton. Claude und Hefs haben weiter gezeigt, dafs man in Aceton gelöstes Acetylen unter einem Druck von 3 Atmosphären durch einen mittels des elektrischen Stromes zur Rotglut erhitzten Platindraht nicht zur Explosion bringen kann.

Sehr eingehend haben Berthelot und Vieille[1]) die explosiven Eigenschaften des in Aceton gelösten Acetylens studiert. Sie prüften zunächst in einem Gefäfs von 0,824 Liter Fassungsraum den bei steigender Temperatur entstehenden Druck des gelösten Acetylens. Es wurden drei Versuchsreihen unter folgenden Bedingungen angestellt:

Versuchsreihe	Temperatur, unter der die Lösung erfolgte °C.	Druck, unter dem die Lösung erfolgte Atmosphären	Menge des Acetons		Menge des in Lösung gehenden Acetylens	
			kg	Liter	kg	Liter
I	15	7,0	0,301	0,376	0,069	59
II	15	12,5	0,315	0,394	0,118	101
III	15	20,5	0,315	0,394	0,203	173,5

Bei Veränderung der Temperatur gestalteten sich die Verhältnisse wie folgt:

Versuchsreihe I		Versuchsreihe II		Versuchsreihe III	
Temperatur °C.	Druck Atmosphären	Temperatur °C.	Druck Atmosphären	Temperatur °C.	Druck Atmosphären
7,8	5,60	6,4	10,34	2,8	16,17
14,0	6,74	14,0	12,25	13,0	19,98
26,3	8,70	19,9	14,16	19,9	22,63
35,7	10,55	36,0	19,46	25,0	24,76
50,1	13,94	(50,5)	(22,64)	36,0	30,49
59,6	16,30	(60,1)	(28,36)	(50,5)	(33,21)
74,5	20,52	(60,1)	(28,36)	(50,5)	(33,21)

[1]) Compt. rend. 124, 988, 996, 1000.

Diese Ergebnisse bestätigen die schon von Claude und Hefs beobachtete Thatsache, dafs, wenigstens zwischen 0 und 35°C., die Löslichkeit des Acetylens in ungefähr gleichem Verhältnis zum Druck steigt.

Berthelot und Vieille haben weiter gezeigt, dafs bis zu einem Druck von 10 Atmosphären eine Lösung von Acetylen in Aceton durchaus beständig bleibt und nur die sich über der Lösung sammelnde geringe Gasmenge explosiv ist. Bei einer Steigerung des Druckes auf 20 Atmosphären konnten dagegen unter Umständen das freie Acetylen über der Lösung, das gelöste Acetylen und das Aceton auf einmal zur Explosion gebracht werden.

Über die in dieser Richtung angestellten Versuche sei hier kurz folgendes mitgeteilt.

Ein mit Manometer versehenes Stahlrohr von 50 ccm Fassungsraum wurde teilweise mit Aceton angefüllt, und zwar bei einer Reihe von Versuchen mit 28 ccm, bei einer anderen mit 16,5 ccm. Das Aceton wurde dann bei gewöhnlicher Temperatur mit Acetylen gesättigt und zwar teils unter einem Druck von 10, teils unter einem solchen von 20 Atmosphären. Mit Hilfe eines zum Glühen gebrachten Drahtes aus Platin bezw. Eisen wurde nun versucht, bald das gelöste Acetylen selbst, bald das darüber befindliche Acetylengas zur Zersetzung zu bringen, indem der glühende Draht bald in die Lösung, bald in das Gas gebracht wurde. In jedem Falle wurde dabei eine Zersetzung des Gases erhalten, eine solche des gelösten Acetylens dagegen nur unter ganz bestimmten Bedingungen. Letztere ist nämlich abhängig von der Höhe des Druckes und von der Art, wie man die Zersetzung einzuleiten sucht. Das Nähere ergiebt sich aus nachstehendem:

1. Sobald der Druck 10 Atmosphären nicht übersteigt und die Zersetzung durch einen glühenden Metalldraht in dem über der Lösung befindlichen Acetylengase bewirkt wird, unterscheidet sich der dabei entstehende Druck nicht von demjenigen, welcher bei der Zersetzung des reinen Acetylens unter gleichem Druck erhalten wird. Man kann daraus schliefsen, dafs dabei das in Aceton gelöste Acetylen nicht mit angegriffen wird, dafs also die Zersetzung sich auf das gasförmige Acetylen beschränkt.

2. Wenn man wiederum unter einem Druck von 10 Atmosphären einen glühenden Platindraht in das gelöste Acetylen bringt, so kann man bei sehr starkem Glühen eine Zersetzung von Acetylen hervorrufen. Der dabei entstehende Druck ist zwar augenscheinlich höher als derjenige bei der Zersetzung gasförmigen Acetylens unter gleichem Druck, jedoch in keinem Falle doppelt so hoch. Die Zersetzung scheint also beschränkt zu bleiben auf diejenige Menge des Acetylens, welche durch die Erhitzung aus der Lösung ausgetrieben wird. Dies zeigt zur Genüge, dafs das gelöste Acetylen unter einem Druck von 10 Atmosphären

fast vollständig inexplosibel ist. Der bei dieser Versuchsreihe beobachtete höchste Druck betrug nur etwa $^1/_{10}$ desjenigen, welcher hätte entstehen müssen, wenn der ganze Inhalt des Stahlrohres an Acetylen zur Explosion gebracht wäre.

3. Ganz anders liegen die Verhältnisse, wenn die Menge des vom Aceton gelösten Acetylens dadurch eine bedeutend gröfsere wird, dafs man die Sättigung unter einem 10 Atmosphären erheblich übersteigenden Druck vornimmt. Dann beteiligt sich das gelöste Acetylen an der Zersetzung der darüber befindlichen Acetylengasmenge, und die Explosion verläuft in gleicher Weise wie beim flüssigen Acetylen. Um die hierbei obwaltenden Verhältnisse genauer zu studieren, wurde gelöstes Acetylen benutzt, das unter einem Druck von 20 Atmosphären hergestellt war. Das Stahlrohr wurde zunächst bis auf $^1/_3$ mit reinem Aceton angefüllt und dann mit Acetylengas unter dem angegebenen Druck gesättigt. Sobald nun ein Platindraht in dem oberen, mit Acetylengas angefüllten Teil des Stahlrohres zum Glühen gebracht wurde, entstand eine Explosion, die mit einer mehr als doppelt so hohen Druckentwickelung verbunden war, wie man sie bei der Zersetzung des reinen Acetylengases unter gleichem Druck erhalten hätte. Im letzteren Falle würde der Druck nämlich 212 Atmosphären betragen, während bei den beiden unter den vorbeschriebenen Bedingungen angestellten Versuchen ein solcher von 303 bezw. 558 Atmosphären erhalten wurde.

4. Bei weiteren Versuchen mit einem unter 20 Atmosphärendruck hergestellten gelösten Acetylen wurde ein glühender Platindraht mit der Lösung selbst in Berührung gebracht. Dies geschah teils, indem der Draht bei vertikaler Lage des Stahlrohres mitten in die Lösung geführt wurde, teils indem er bei horizontaler Lage nur die Oberfläche der Lösung berührte. Bei drei so bewirkten Explosionen wurde ein Druck von mehreren Tausend Atmosphären erhalten. Dies zeigt deutlich, dafs die gesamte im Stahlrohr vorhandene Acetylenmenge zur Explosion gebracht war. Aber auch das Aceton war ebenfalls vollständig zersetzt, nicht einmal Spuren waren davon übrig geblieben. Im Innern des Stahlrohres hatte sich eine feste Masse Kohle niedergeschlagen; aufserdem hatten sich Wasserstoff und Kohlenoxyd, sowie Kohlensäure gebildet.

In nachstehender Tabelle sind die bei den vorbeschriebenen Versuchen erhaltenen Resultate übersichtlich zusammengestellt:

Fassungsraum	des	Stahlrohres	=	50 ccm
Durchmesser	„	„	=	22 mm
Länge	„	„	=	120 „

Das gelöste Acetylen war hergestellt unter einem Druck von Atmosphären	Menge des angewandten Acetons ccm	Druck bei der Zersetzung Atmosphären	Versuchsbedingungen
10	56	88,1	Stahlrohr, aufrecht stehend; Zersetzung des Gases
		89,5	
		142,4	Stahlrohr, wagerecht liegend; Zersetzung an d. Oberfläche d. Lösung
		123,0	
		155,4	Stahlrohr, aufrecht steheud; Zersetzung in der Lösung
		141.0	
	33	95,0	Stahlrohr, aufr. stehend; Zers. d. Gases
		117,4	Stahlrohr, wagerecht liegend; Zersetzung an d. Oberfläche d. Lösung
		106,9	
		115,0	Stahlrohr, aufr. stehend; Zers. in d. Lös.
20	33	303,0	Stahlrohr, aufrecht stehend; Zersetzung des Gases
		558,0	
		$>$ 2000	Stahlrohr, aufr. stehend; Zers. in d. Lös.
		$>$ 2000	Stahlrohr, wagerecht liegend; Zersetzung an d. Oberfläche d. Lösung
		5100	

Berthelot und Vieille gingen weiter dazu über, die in dem kleinen Stahlrohr erhaltenen Resultate unter Verhältnissen, wie sie in der Praxis obwalten, zu wiederholen.

Zu diesem Zwecke experimentierten sie mit einer 13,5 Liter fassenden eisernen Flasche, wie man sie für flüssige Kohlensäure zu benutzen pflegt. Diese wurde zu jedem Versuche mit 7 Liter Aceton gefüllt. Letzteres wurde einmal unter einem Druck von 7 Atmosphären und bei einem zweiten Versuche unter einem solchen von 8,2 Atmosphären mit Acetylen gesättigt. Im letzteren Falle wurden dazu 1170 g (= 1 cbm) Acetylen verbraucht. Nun wurde mit Hilfe eines zum Glühen gebrachten Metalldrahtes zunächst das über der Lösung befindliche Acetylen zersetzt. Dabei wurde die Flasche in ihren oberen Teilen, wo sich das Gas befand, heifs, während der untere, mit gelöstem Acetylen gefüllte Teil vollkommen kalt blieb. Das in der Flasche befindliche gelöste Acetylen wurde nach Beendigung der Versuche noch zur Beleuchtung benutzt. Als nach Verbrauch des Acetylens die Flasche geöffnet wurde, um sie zu reinigen, wurde darin ein äufserst fein verteilter voluminöser Niederschlag von Kohle gefunden. Die Kohle war im Aceton verteilt und nahm, nachdem sie sich abgesetzt hatte, einen Raum von mehreren Litern ein.

Diese Versuche zeigen, dafs die im Handel gebräuchlichen, auf einen Druck von 250 Atmosphären geprüften Stahlflaschen bei einer zwischen 10 und 15° C. schwankenden Luftwärme durch die Zersetzung der über dem gelösten Acetylen befindlichen Gasschicht durchaus nicht zerstört werden, falls es sich um eine unter einem Druck von 6 bis 8 Atmosphären hergestellte Lösung handelt. Dagegen würde, wenn bei der Sättigung des Acetons ein Druck von 20 Atmosphären angewandt wäre, die Flasche selbstredend zertrümmert sein, sobald das über der Lösung befindliche Acetylengas oder gar dasjenige in der Lösung zersetzt worden wäre, da man auf Grund der in der kleinen Stahlflasche durchgeführten Versuche dann mit einem Druck von 568 bezw. 5100 Atmosphären hätte rechnen müssen. Weiter ist aber noch zu bedenken, dafs in einer unter dem Druck von nur 6 bis 8 Atmosphären hergestellten gesättigten Lösung von Acetylen in Aceton sofort andere Druckverhältnisse eintreten, wenn ihre Temperatur erhöht wird. Die oben mitgeteilten Versuche zeigen, dafs eine bei 14° C. unter einem Druck von 6,74 Atmosphären hergestellte Lösung bei einer Erwärmung auf 35,5° C. unter einem Druck von 10,55 Atmosphären, auf 74,5° C. unter einem solchen von 20,5 Atmosphären steht. Eine solche an sich bei 14° C. inexplosible Lösung von Acetylen in Aceton kann also bei Erwärmung auf eine 35° C. übersteigende Temperatur explosibel werden, was z. B. durch direkte Sonnenstrahlen oder durch die Nähe irgend einer Wärmequelle leicht vorkommen kann. Hieraus ist zu folgern, dafs die gleiche Gefahr bei einer unter 10 Atmosphären Druck hergestellten Lösung schon bei einer weit unter 35° C. liegenden Temperatur vorliegen mufs. Unter Beachtung dieses Umstandes ergiebt ein Vergleich mit Acetylengas folgendes:

Wenn in einem Behälter auf je 1 Liter Fassungsraum 2,5 g (2,13 Liter) oder mehr Acetylengas enthalten sind[1]), so tritt die Gefahr einer inneren Zersetzung ein. Die gleiche Gefahr entsteht bei gelöstem Acetylen jedoch erst dann, wenn 100 bis 120 g Acetylen (85,5 bis 102,6 Liter) auf den Raum von 1 Liter zusammengebracht werden, d. h. also bei der fast 50fachen Anhäufung. Dabei bleibt aber zu beachten, dafs das über dem gelösten Acetylen stets vorhandene Gas seine explosiven Eigenschaften behält, weshalb bei seiner Aufbewahrung stets hinreichend widerstandsfähige Rezipienten anzuwenden sind, etwa solche, wie man sie für flüssige Kohlensäure benutzt.

Wird schliefslich ein Rezipient mit gelöstem Acetylen einem Druck von 20 Atmosphären ausgesetzt, so besteht die Gefahr einer inneren Zersetzung der ganzen Lösung. Da der beim Eintreten einer solchen entstehende Druck mehrere Tausend Atmosphären übersteigt, so würden die in der Praxis verwendbaren Rezipienten zerschmettert werden. Bei

---

[1]) Bei einem 2 Atmosphären übersteigenden Druck wird das Acetylengas explosiv; vergl. oben unter „Physik des Acetylens" S. 140.

den Arbeiten mit gelöstem Acetylen ist stets zu beachten, dafs dieser Umstand auch in einem unter dem Druck von 10 Atmosphären stehenden Rezipienten eintreten kann, sobald derselbe entsprechend den oben mitgeteilten Versuchsergebnissen erwärmt wird.

Georges Claude hat die Löslichkeit des Acetylens in Aceton bei sehr niedrigen Temperaturen studiert [1]). Er gelangte dabei zu folgenden Ergebnissen:

1. Die Löslichkeit des Acetylens in Aceton wächst mit Erniedrigung der Temperatur ganz aufserordentlich. Bei — 80° C., dem Erstarrungspunkte des Acetylens, löst 1 Liter Aceton schon bei einfachem Atmosphärendruck mehr als 2000 Liter Acetylengas auf, wobei sich das Volumen der Lösung auf 4 bis 5 Liter erhöht.

2. Ein durch den elektrischen Strom glühend gemachter Platindraht kann dauernd durch eine solche Lösung geführt werden, ohne dafs dadurch eine Zersetzung derselben herbeigeführt wird, während nach den vorerwähnten Versuchen von Berthelot und Vieille bei einer unter dem Druck von 20 Atmosphären stehenden nur das 400fache Volumen Acetylengas enthaltenden Lösung unter sonst gleichen Umständen sofort eine Zersetzung von aufserordentlicher Heftigkeit eintritt.

3. Auch flüssiges Acetylen wird, wenn es auf annähernd — 80° C. bei einer Dampfspannung von 1,3 Atmosphären abgekühlt wird, durch einen glühenden Platindraht nicht zur Explosion gebracht [2]).

Zu Anfang des Jahres 1897 bildete sich in Paris zur industriellen Ausnutzung der Löslichkeit des Acetylens in Aceton eine Gesellschaft, die Compagnie Française de l'Acétylène dissous, die unter Leitung von Janet sich seit dieser Zeit dauernd mit dem weiteren Studium dieser Frage und ihrer Übertragung in die Praxis beschäftigt hat. Die im Laboratorium dieser Gesellschaft angestellten Versuche ergaben in ziemlicher Übereinstimmung mit denjenigen der vorgenannten Forscher, dafs sich in der Praxis der anfängliche Druck des in Aceton gelösten Acetylens [3]) für je 1° C. Temperaturerhöhung um $^1/_{30}$ erhöht. Die Anwesenheit von Wasser vermindert die Löslichkeit des Acetylens nicht unbedeutend. Es ist deshalb erforderlich, dafs nur vollständig getrocknetes Acetylengas zur Herstellung benutzt wird und dafs ferner ein nach Möglichkeit wasserfreies Aceton zur Verwendung gelangt. In der Praxis wird von genannter Gesellschaft solches mit einem Gehalte von 99 Proz. Aceton benutzt.

Aus den vorerwähnten Versuchen, wie auch aus den Beobachtungen in der Praxis ergiebt sich, dafs die explosiven Eigenschaften des komprimierten Acetylens durch seine Auflösung in Aceton bedeutend herab-

---

[1]) Compt. rend. 128, 303. — [2]) Über ein auf dieser Thatsache fufsendes Verfahren zur gefahrlosen Darstellung flüssigen Acetylens wurde bereits S. 750 berichtet. — [3]) Vergl. auch Maurice Fouché in „La Nature" 29, 298 und dessen Vortrag vor der Société Française de Physique am 15. November 1901. Referat in „Cosmos" 46, 2 und in „Acet. i. Wiss. u. Ind." 5, 69.

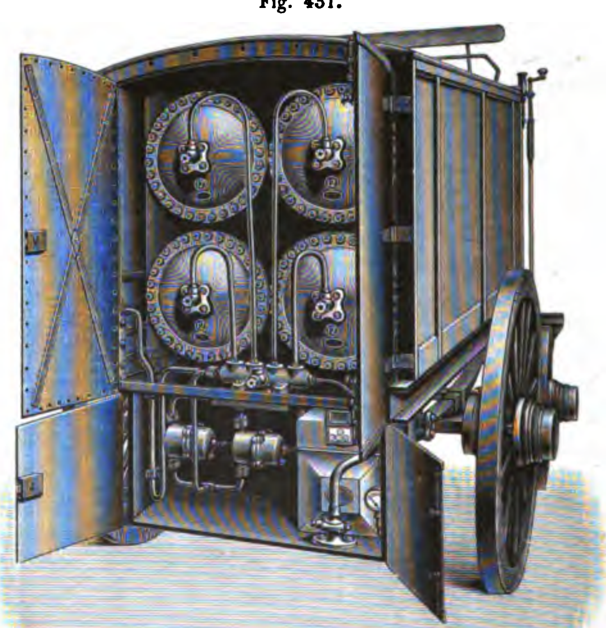
gemindert werden, indem bei einem 10 Atmosphären nicht übersteigenden Druck nur die über der Lösung stets vorhandene Acetylenmenge zur Explosion gebracht werden kann. Der dabei entstehende Druck ist aber so gering, dafs die eisernen Rezipienten denselben mit Leichtigkeit aushalten können. Dagegen bleibt die Möglichkeit einer Zersetzung des in Aceton gelösten Acetylens bei höherem Druck, wobei die eisernen Rezipienten mit Sicherheit zerschmettert werden würden, bestehen. Es braucht z. B. nur an eine erhebliche Erwärmung und daraus sich ergebende Drucksteigerung bei Gelegenheit einer Feuersbrunst erinnert zu werden, um zu verstehen, dafs auch das gelöste Acetylen an sich noch nicht ohne Bedenken für den allgemeinen Gebrauch zu empfehlen ist. Dazu kommt weiter der Umstand, dafs das Aceton eine für sich leicht brennbare Flüssigkeit ist, was z. B. bei der Beleuchtung von Eisenbahnwagen mit gelöstem Acetylen zu weiteren Bedenken Veranlassung geben kann. So könnte sich im Falle eines Zusammenstofses das aus den dabei zertrümmerten Stahlröhren ausfliefsende gelöste Acetylen entzünden und die Schwere des Unfalls vergröfsern. Als weiterer Übelstand ist in Betracht zu ziehen, dafs das Acetylen aus seiner Lösung in Aceton nur entweicht, wenn die Flüssigkeit geschüttelt wird, was zu grofsen Unzuträglichkeiten in der Praxis, namentlich bei Anwendung grofser und schwerer Rezipienten führen würde. Schliefslich ist noch zu beachten, dafs das Aceton schon bei 56° C. siedet.

Alle diese Unzuträglichkeiten sollen aber vermieden werden, wenn man die zur Aufnahme des gelösten Acetylens bestimmten Stahlröhren mit feinen Körnern einer hinreichend widerstandsfähigen porösen Masse anfüllt. Zahlreiche Versuche haben nämlich ergeben, dafs man dadurch selbst bei einem Druck bis zu 35 Atmosphären nicht nur das freie Gas, sondern auch die Lösung vollständig inexplosibel macht. Die poröse Masse soll dabei eine ähnliche Rolle spielen wie die Kieselgur beim Dynamit. Sie bietet in ihren Kanälen und Poren 75 bis 80 Proz. freien Raum. Ein mit solcher Masse gefülltes Stahlrohr soll nun nicht mehr eine einheitliche Gaskammer darstellen, vielmehr enthält es zahlreiche Sammelkanäle von beschränkter Ausdehnung. Wenn diese Kanäle dadurch mit gelöstem Acetylen angefüllt werden, dafs man die Masse sich mit letzterem vollsaugen läfst, so soll eine in irgend einem Punkte eingetretene Zersetzung sich nicht fortpflanzen, ähnlich wie die Explosion eines Gemisches von Luft und Acetylen im Innern sehr enger Röhren nicht weiter geleitet wird. Weiter soll die poröse Masse den Vorteil bieten, die Flüssigkeit am Auslaufen zu verhindern.

In der Praxis werden von der genannten Pariser Gesellschaft jetzt nach längeren Versuchen zwei Arten poröser Masse benutzt, nämlich ein sehr leichter Backstein (Dichte: 0,5; Porosität: 0,8), sowie ein festes Gemenge von Mörtel und Holzkohle (Dichte: 0,3; Porosität: 0,8). Die letztere ist zwar billiger, aber nur für komprimiertes Acetylen brauch-

bar, da das Aceton allmählich durch den Kalk zersetzt wird. Im Pariser „Laboratorium des Poudres et Salpêtres“ sollen mit so ausgerüsteten Stahlröhren Versuche angestellt sein. Auf Grund der dabei erhaltenen Ergebnisse gestatte die französische Regierung die Verwendung von gelöstem Acetylen unter der Bedingung, dafs die an das Publikum abzugebenden Stahlröhren vorher auf einen Druck von 60 Atmosphären geprüft werden. Die Pariser Feuerversicherungs-Gesellschaften fordern nach einer Mitteilung von Janet[1]) seit dem Jahre 1901 für die versicherten Gebäude, in welchen das gelöste Acetylen von der Compagnie Française de l'Acétylène dissous benutzt wird, keine höhere Prämie als bei Benutzung des gewöhnlichen Steinkohlengases.

Fig. 431.



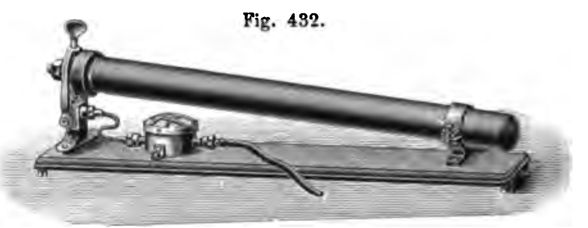
Wagen mit Stahlröhren für gelöstes Acetylen.

Die Herstellung des gelösten Acetylens erfolgt in folgender Weise: Das Acetylengas wird ohne Druck und unter möglichster Vermeidung von Luftzutritt in einem Einwurfapparat hergestellt und in einem Gasbehälter gesammelt. Von hier wird es durch eine Pumpe abgesaugt, wobei es einen Reiniger und einen Trockner passiert. Die Pumpe besteht aus zwei vollständig getrennten Teilen, von denen der erste das Gas auf 3,5 und der zweite weiter auf 12 Atmosphären komprimiert. Auf diese Weise sollen die Gefahren, welche sich sonst aus

[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 349.

der Erwärmung bei der Kompression ergeben, vollständig vermieden werden. Das komprimierte Acetylen wird nun zwecks Ansammlung in grofse Behälter übergeführt, die schon mit Backsteinen und Aceton beschickt sind. Von hier wird es in die für den Gebrauch bestimmten

Fig. 432.

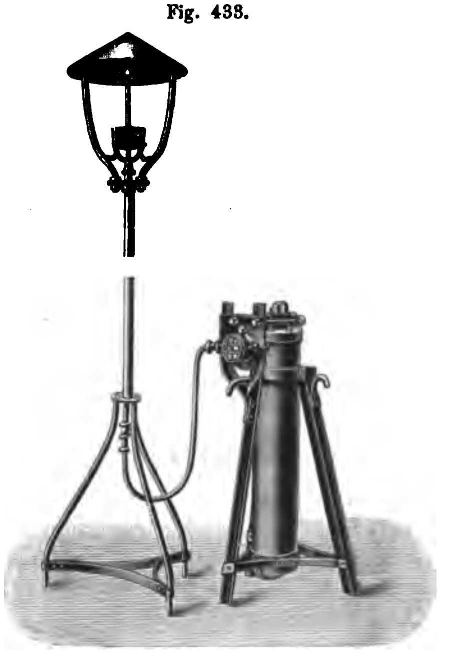


Stahlrohr für gelöstes Acetylen.

Stahlröhren oder sonstigen Behälter abgelassen. Letztere werden zum Konsumenten gebracht, wo sie nach der Erschöpfung durch andere ausgewechselt werden.

Die zur Zeit benutzten Stahlrohre haben einen Fassungsraum von 2 Liter, 12 Liter und 100 Liter (Fig. 431 bis 434). Die für den Gebrauch in der Praxis in diesen Rohren anzusammelnde Gasmenge beträgt ihr zehnfaches Volumen bei Atmosphärendruck, entsprechend dem 100fachen Volumen bei dem Normaldruck von zehn Atmosphären. Das Entweichen von Acetylengas aus der Lösung erfolgt unter beständig wechselndem Druck. Letzterer mufs deshalb durch einen Entspanner geregelt werden. Aufserdem ist ein Quecksilbersicherheitsventil erforderlich, das eine übermäfsige Erhöhung des Druckes in den Leitungen verhindert.

Fig. 433.



Stahlrohr für gelöstes Acetylen.

Der in Fig. 431 abgebildete Wagen enthält vier zylindrische Behälter von je 40 cm Durchmesser und 2 m Länge. Jeder derselben hat einen Fassungsraum von 250 Liter. In diesem Wagen können also 100 cbm Acetylen, in Aceton gelöst, aufgespeichert werden. Er eignet sich zur Benutzung bei Beleuchtung von Festplätzen, Wandertheatern u. s. w. Die in ihm

aufzuspeichernde Acetylenmenge genügt, um 1000 Flammen von je 30 Kerzen fünf Stunden lang zu speisen.

Fig. 432 (a. v. S.) stellt ein Stahlrohr dar mit 2 Liter Fassungsraum. Es hat einen inneren Durchmesser von 6 cm, ist 75 cm lang und fafst 200 Liter Acetylen, in Aceton gelöst. Es ist auf einem Brett montiert, das die nötigen Zubehörteile (Entspanner und Manometer) zusammen in einem kleinen kupfernen Gehäuse trägt, und wird z. B. empfohlen zur Beleuchtung von Automobilen u. s. w. Zwei solcher Stahlrohre genügen, um zwei Brenner mit je 15 Liter Stundenverbrauch 13 bis 14 Stunden zu speisen.

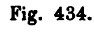


Fig. 434.



Tonne mit Stahlrohr für gelöstes Acetylen.

Das in Fig. 433 abgebildete Stahlrohr mit 15 cm innerem Durchmesser und 70 cm Länge hat einen Fassungsraum von 12 Liter und nimmt 1200 Liter Acetylen, in Aceton gelöst, auf. In einem solchen Stahlrohr wird auf der Drahtseilbahn nach Belleville den beiden Laternen eines Wagens soviel Acetylen zugeführt, dafs sie davon 4 bis 5 Stunden lang gespeist werden können. Mittels solcher Stahlrohre wurde auch während der Pariser Ausstellung im Jahre 1900 eine grofse Anzahl Strafsenlaternen im Bois de Vincennes erleuchtet.

Fig. 434 veranschaulicht eine Tonne mit 100 Liter Fassungsraum. Sie enthält ein Stahlrohr von 40 cm Durchmesser und 90 cm Höhe, das in ein besonderes Fafs eingelassen ist, wodurch einerseits eine leichte Handhabung ermöglicht, andererseits Schutz gegen Stöfse und Sonnenstrahlen gewährt wird. Das Rohr fafst 10 cbm Acetylen, in Aceton gelöst. Es ist bestimmt für unbewegliche Installationen.

Bis jetzt hat das gelöste Acetylen nur vereinzelt Verwendung gefunden. So werden seit mehreren Jahren die schon erwähnten Wagen der Drahtseilbahn nach Belleville (Paris) damit erleuchtet. Versuchsweise ist es neuerdings auch auf einigen französischen Eisenbahnen eingeführt.

Die Compagnie Française de l'Acétylène dissous führte im Februar 1901 ihr Verfahren auch in London einer Kommission der englischen Regierung vor. Die Resultate sollen[1]) derartig befriedigt haben, dafs das englische Ministerium für öffentliche Arbeiten einen Erlafs herausgegeben hat, nach welchem in Aceton gelöstes oder in porösen Stoffen komprimiertes Acetylen fernerhin nicht mehr zu den Explosivstoffen gerechnet wird.

In Deutschland zeigten Paul Wolff[2]) und A. Janet im Oktober 1902 in der technischen Hochschule zu Charlottenburg gelegentlich der Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins die vielseitige Verwendbarkeit des gelösten Acetylens.

Wenngleich die Anwendung des in Aceton gelösten Acetylens offenbar das Versuchsstadium noch nicht verlassen hat, scheint doch nach allen bis jetzt darüber vorliegenden Berichten Aussicht zu bestehen, dafs es mit der Zeit für gewisse Zwecke der Beleuchtung, die eine Ausnutzung der damit verbundenen Vorteile möglich erscheinen lassen, Eingang finden wird. Besondere Bedeutung dürfte es, falls es sich in der Praxis dauernd bewährt, für bewegliche Beleuchtungen z. B. auf Stapel- und Festplätzen u. s. w. gewinnen.

Die Verwendung des Acetylens zu Kochzwecken.

Grundbegriffe. In der Technik bedient man sich als Wärmeeinheit der Kilogramm-Kalorie (kgcal) und versteht unter ihr diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um die Temperatur von 1 kg Wasser um 1° C. zu erhöhen. Zur Beantwortung der Fragen, welche im vorliegenden Kapitel behandelt werden sollen, ist es vor allem erforderlich, dafs man weifs, wieviel solcher Kilogramm-Kalorien frei werden, wenn man die Raumeinheit des Acetylens oder das der Gewichtseinheit des Carbids entsprechende Acetylen verbrennt.

Als Raumeinheit ist das Kubikmeter, als Gewichtseinheit das Kilogramm zu betrachten, als effektiv nutzbarer Acetylengehalt soll eine Gasausbeute von 285 Liter aus 1 kg Carbid und als Preis 0,25 Mk. für 1 kg Carbid in Rechnung gezogen werden[3]).

Die Wärmemenge, welche frei wird, wenn man die Einheit eines Brennstoffes verbrennt, nennt man seine Verbrennungswärme oder seinen Heizwert. Man unterscheidet nun zwei Heizwerte, einen „oberen Heizwert", der dann entsteht, wenn der im Brennstoff enthaltene Wasserstoff zu flüssigem Wasser verbrennt, und einen „unteren Heizwert", den man findet, wenn als Verbrennungsprodukt Wasserdampf gerechnet wird. Der „untere Heizwert" ist also um diejenige Wärmemenge kleiner als der „obere", welche frei wird, wenn der durch die Verbrennung der Einheit des Brennstoffes enstehende Wasserdampf

---

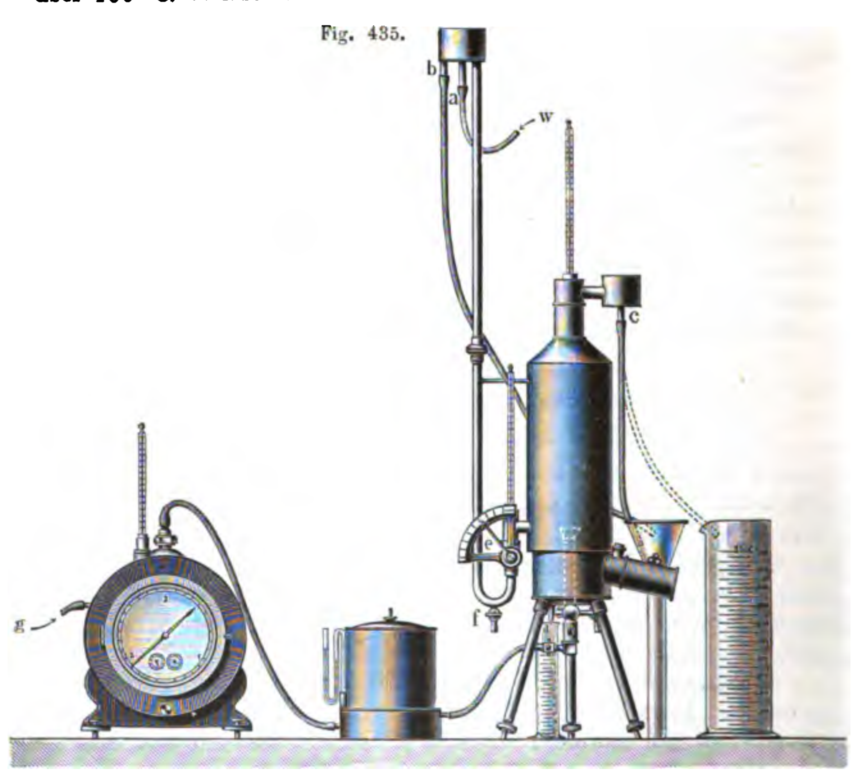
[1]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 348. — [2]) Ebenda 5, 265. — [3]) Umrechnungstabelle vergl. S. 818.

zu Wasser von Zimmertemperatur kondensiert. Diese Wärmemenge ist für 1 kg Dampf gleich

(536,2 + 100 — Zimmertemperatur) kgcal

Sie wird in der Technik mit 600 cal. in Rechnung gezogen. Für technische Zwecke kommt lediglich der untere Heizwert in Betracht, da die Abgase der Öfen, der Motore, der Koch- und Heizapparate diese mit über 100° C. verlassen.

Fig. 435.



Schaltung des Junkersschen Kalorimeters zur Bestimmung des Heizwertes eines Gases.

Der Heizwert. Zur Ermittelung des Heizwertes von Gasen und Dämpfen benutzt man ausschliefslich das Junkerssche Kalorimeter. Bei diesem giebt eine kontinuierlich brennende Flamme an einen stetig fliefsenden Wasserstrom in jedem Augenblick die gesamte entstehende Wärme ab.

Fig. 435 stellt das Junkerssche Kalorimeter in seiner gewöhnlichen Schaltung dar. Das Gas tritt bei *g* in eine Elstersche Experimentiergasuhr, dann durch einen Gasdruckregler zum Brenner; das zu erwärmende Wasser tritt bei *W* ein, ein Teil desselben, welcher eine im Innern der Trommel befindliche Scheide (um einen konstanten

Wasserdruck im Kalorimeter zu haben) überläuft, tritt bei *b* wieder aus. Der Rest durchläuft das Kalorimeter und tritt von *c* aus während der Meſszeit in den geaichten Cylinder, sonst direkt in den Abfluſs. In dem Meſscylinder *d* wird das Kondenswasser gemessen. Bei *e* ist ein mit Zeiger versehener, fein regulierbarer Hahn zur genauen Einstellung der Wasserzufuhr, bei *f*, an der tiefsten Stelle des Kalorimeters, ein Hahn zur vollständigen Entleerung desselben.

Der Heizwert ist dann bestimmt durch die Gleichung

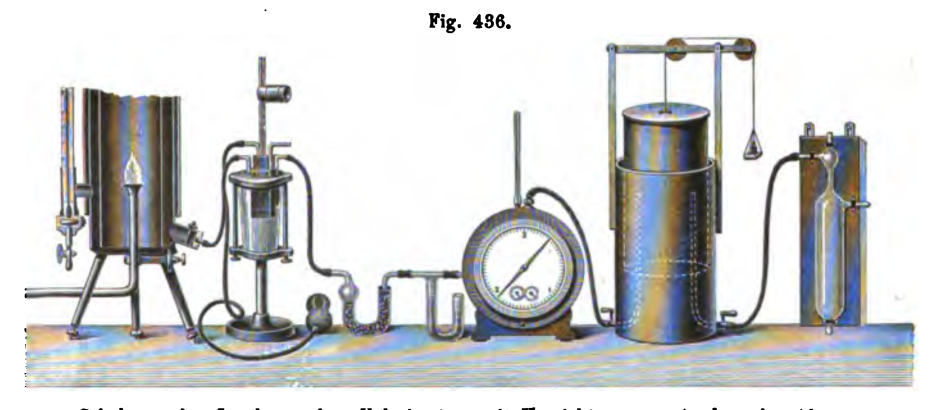
$$H = \frac{W(T_2 - T_1) - 600\,C}{A},$$

worin

H den „unteren Heizwert" der Brennstoffeinheit in kgcal,
W die erwärmte Wassermenge in kg,
A die Anzahl der verbrannten Brennstoffeinheiten,
C das Kondenswassergewicht in kg,
T_1 die Temperatur des eintretenden Wassers in Graden C.,
T_2 „ „ „ austretenden „ „ „ C.

bedeuten. Um eine richtige Messung zu erhalten, ist es also nur erforderlich, in der Zeit, wo A Einheiten Brennstoff verbrennen, W und C aufzufangen, zu messen, und T_1 und T_2 zu beobachten.

Fig. 436.



Schaltung des Junkersschen Kalorimeters mit Vorrichtung zur Analyse der Abgase.

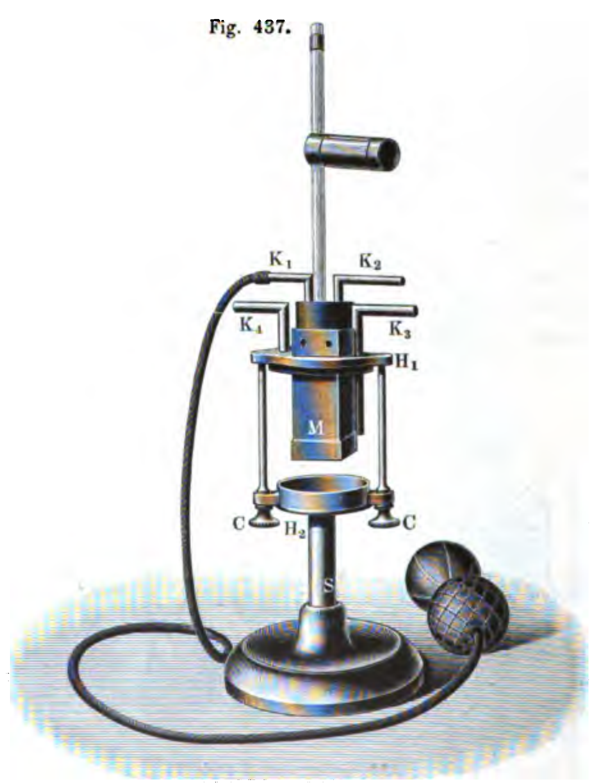
Um nun beim Acetylen, welches zu seiner vollständigen Verbrennung etwa das 12fache seines Volumens an Luft gebraucht, einwandsfreie Messungen zu erhalten, schaltet[1]) man das Kalorimeter, wie Fig. 436 zeigt. In dieser Figur sind die einzelnen Apparate teils im Schnitt, teils perspektivisch und teils in der Ansicht gezeichnet, je nachdem es die Deutlichkeit verlangt.

Zur Untersuchung der Abgase des Kalorimeters auf Feuchtigkeit

[1]) Vergl. „Die Gasmotorentechnik", 1901, Heft 4.

ist beim Auspuffstutzen des Kalorimeters ein Dufoursches Hygrometer angeschlossen. Damit von der rechten Seite keine Feuchtigkeit ins Hygrometer gelangen kann, schliefst sich an die andere Seite desselben ein Sicherheitschlorcalciumrohr, hinter dieses ein (Unter-) Druckmesser, dann eine Elstersche Experimentiergasuhr zur Bestimmung der Quantität der Abgase. In derselben wird die Temperatur der Abgase zum zweitenmal gemessen. Schliefslich ist zur Herstellung des erforderlichen Unterdrucks eine Verbindung mit einem Wasserstrahlgebläse hergestellt. Zwischen diesem und der Gasuhr ist als Druck-

Fig. 437.



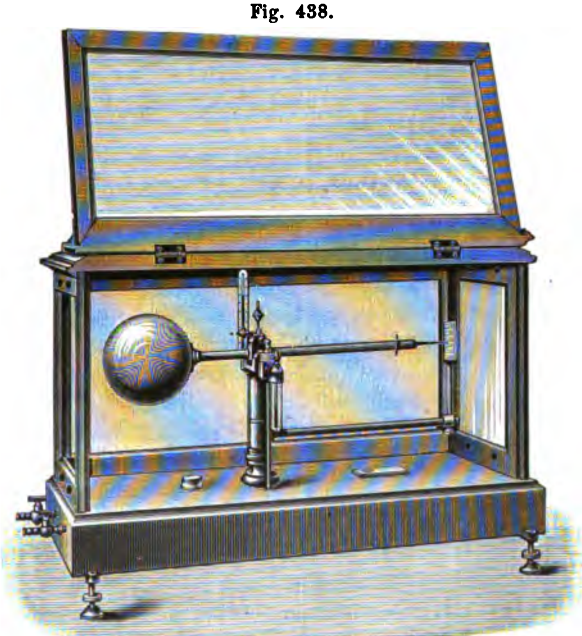
Dufoursches Aspirationshygrometer.

regler ein Gasometer eingeschaltet, dessen Glocke etwa 50 Liter Inhalt hat, und dessen Konstruktion aus der Figur ersichtlich ist. Zur Handhabung und über die Einrichtung des Dufourschen Hygrometers sei folgendes gesagt:

Durch zwei Schrauben c (Fig. 437) ist in einer Entfernung von 8 cm eine Hartgummiplatte H_1 mit einem abgedrehten Gufseisenstativ S fest verbunden. In die Platte ist ein hoch poliertes Metallgefäfs M eingelassen, welches aus zwei durch eine dünne Metallplatte getrennten

Kammern besteht. Die hintere Kammer ist etwa zur Hälfte mit Äther gefüllt und durch einen viereckigen Kork verschlossen. Durch diesen gehen zwei Kanäle K_1 und K_2 ins innere der Kammer. K_1 hat einen sichelförmigen, mit Löchern versehenen Ansatz, welcher in den Äther hineinragt. Durch die kleinen Löcher tritt die Luft, welche vermittelst des mit zwei Gummibeuteln versehenen Schlauches eingeblasen wird, in die Flüssigkeit. Der verdampfte Äther tritt aus dem Kanal K_2 aus. Das Taupunktsthermometer steckt in der vorderen mit Quecksilber gefüllten Kammer, deren Aufsenseite vernickelt und hochpoliert ist, so dafs das Entstehen des Niederschlages mit gröfster Sicherheit zu beobachten ist.

Fig. 438.



Luxsche Gaswage.

Soll nicht der Taupunkt der Luft, sondern der des Acetylens bestimmt werden, so nimmt man nach Lösung der beiden Schrauben c die Platte H_1 ab und setzt ein Glas auf den unteren Gummiteller H_2; der obere Rand des Glases ist in eine in H_1 befindliche Nut eingeschliffen. Das Acetylen tritt durch den Kanal K_4 in das Glas ein, durch das Rohr K_3, das beinahe bis zum Boden des Glases reicht, wieder aus.

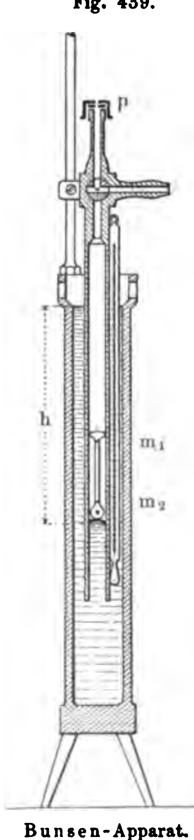
Nach wenigen orientierenden Versuchen ist es mit Leichtigkeit zu erlangen, die Temperaturen des eintretenden und verschwindenden Beschlages einander auf den Bruchteil eines Grades C. zu nähern. Das Mittel aus den beiden Temperaturen ist dann der gesuchte Taupunkt der Luft, resp. des Gases. Nach den Tafeln von Magnus und Regnault

wird dann die dem Taupunkt entsprechende absolute Feuchtigkeit — d. h. 1 g Wasser für 1 cbm Luft, resp. Acetylen — gefunden.

Zur quantitativen Analyse der aus dem Kalorimeter austretenden Verbrennungsprodukte mufs noch das specifische Gewicht des Acetylens bestimmt werden. Hierzu werden die Luxsche Gaswage und der Bunsensche Apparat benutzt.

Fig. 438 (a. v. S.) zeigt die Luxsche Gaswage. Löst man die Wage aus, so soll die Spitze des Zeigers genau auf die Stelle 0,0 des Gradbogens zeigen, wenn die Hohlkugel mit Luft gefüllt ist. Man erreicht dies durch entsprechendes Verstellen der in wagerechter Richtung verschiebbaren, am Mittelkörper angebrachten Regulierschraube. Hierbei soll der Reiter auf Marke 1 des Wagebalkens stehen. Diese Methode beruht nämlich nicht auf absoluter Wägung, sondern es sind Relativmessungen, bezogen auf Luft = 1.

Fig. 439.



Bunsen-Apparat.

Die Messungen sind also nur dann richtig, wenn der Druck und die Temperatur bei Gas und Luft gleich und wenn beide trocken sind. Bei den Messungen beim Einlafs- und Auslafshahn sind stets Chlorcalciumrohre anzubringen am Auslafshahn, um sicher zu gehen, dafs aus der Atmosphäre keine Feuchtigkeit in den Apparat gelangen konnte. Man mufs durch die Luxsche Wage bei der Aichung stets trockene Luft 5 bis 10 Minuten hindurchschicken, bevor man die 0-Lage fixieren kann.

Nachdem so die Wage geaicht war, wird 5 bis 10 Minuten lang getrocknetes Acetylen durch die Wage geschickt und sein specifisches Gewicht — bezogen auf Luft = 1 — direkt abgelesen.

Kontrollbestimmungen werden mit dem Bunsenschen Apparat (Fig. 439) gemacht, dessen Sperrflüssigkeit Quecksilber ist. Zu diesen Messungen wird ein Ablesefernrohr benutzt.

Es ergab sich als specifisches Gewicht des Acetylens — bezogen auf Luft = 1 — nach Messungen, die, wie oben beschrieben angestellt sind[1]):

Mit der Luxschen Wage 0,91
Mit dem Bunsenschen Apparat 0,9087

im Mittel 0,9094[2]).

1 cbm Acetylen wiegt demnach 1,29306 . 0,9094 = 1,19139 kg.

---

[1]) Der Wirkungsgrad des Calciumcarbids von Ernst Neuberg. Journ. f. Gasbel. 1900, S. 139 flgde. — [2]) Vergl. auch S. 138.

$$1 \text{ kg} = \frac{1}{1{,}19139} = 0{,}839\,352 \text{ Liter.}$$

Es müssen theoretisch bei Verbrennung von 0,839352 Liter Acetylen 0,69 g Wasser entstehen.

Aus dem Gasometer Fig. 436 wird das Gas zur Analyse der Abgase genommen. Die Schaltung[1]) des Orsat-Apparates geht aus Fig. 440 hervor. Es wird am besten mit zwei parallel geschalteten Apparaten gleichzeitig gearbeitet. Das Analysen-Schema ist folgendes:

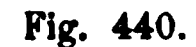
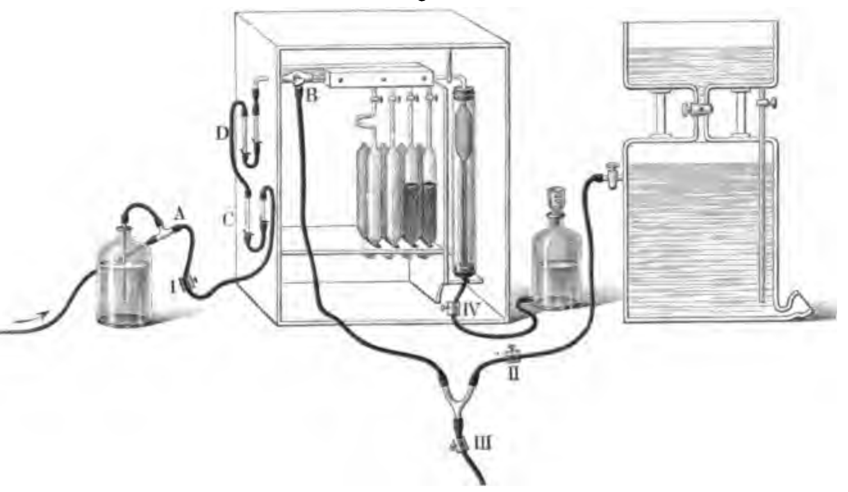


Fig. 440.



Schaltung des Orsat-Apparates.

A. Entnahme der Gase.

1. Ausspülung der Leitung AB mit frischem Gase. Quetschhähne I und II offen, III geschlossen. Dreiweghahn:

2. Ausspülen der Kapillaren und der Bürette. Quetschhähne I, II und IV geöffnet, III geschlossen. Dreiweghahn abwechselnd:

3. Abmessen von 100 ccm Gas unter Atmosphärendruck.

Nach Einfüllung von etwa mehr als 100 ccm Quetschhähne I und II geschlossen, Dreiweghahn . Durch Heben der Wasserflasche wird der Bürettenmeniskus genau auf 100 eingestellt. Das Gas mufs jetzt unter geringem Überdruck (50 bis 100 mm) stehen. Darauf wird der Quetschhahn IV geschlossen, einen Augenblick Quetschhahn III ge-

[1]) Vergl. „Die Gasmotorentechnik". 1901, Heft 2.

öffnet, dann der Dreiweghahn in Stellung gebracht und Quetschhahn IV wieder geöffnet. — Analyse. —

B. Ablassen des analysierten Gasrestes. Quetschhähne II offen, III geschlossen. Dreiweghahn

Bei *C* in Fig. 440 ist ein Staubfilter, bei *D* eine Anfeuchtungsröhre.

Die einzelnen Absorptionsflüssigkeiten bestehen aus:

Glas 2 (von links). Absorption von Kohlensäure. Inhalt: 140 ccm Kalilauge.

Glas 3. Absorption von Sauerstoff. Inhalt: 120 ccm Kalilauge und 20 ccm Pyrogallol.

Glas 4. Absorption von Kohlenoxyd. Inhalt: 100 ccm Kupferchlorür in Ammoniak.

Glas 1. Waschgefäfs. Inhalt: 20 ccm Schwefelsäure (20° Bé.) und 120 ccm Wasser.

Mit Benutzung der Verbrennungsgleichung des Acetylens, durch Kontrolle der Verbrennung mittels Analyse der Abgase, durch Temperaturbestimmung der letzteren und des eintretenden Gemisches, sowie durch Feststellung der Feuchtigkeit in beiden lassen sich unter Berücksichtigung der Fehlerquellen Mefsresultate erzielen mit einer Genauigkeit von etwa 0,9 Proz. Solchen Messungen entstammt folgende Tabelle[1].

Der Heizwert der Brennstoffe.

Brennstoff	Einheit	Unterer Heizwert in kgcal[2]	Preis der Einheit in Pfg.	Preis für 1000 kgcal in Pfg.
Acetylen	cbm	12 161	87,72	7,21
Steinkohlengas	cbm	4 900	12,33[3]	2,52
Calciumcarbid	kg	3 160	25	7,91
Benzin	kg	9 590	36,5[4]	3,8
Benzol	kg	9 554	20	2,09
Denat. Spiritus 96 Proz.	kg	6 470	25[5]	3,87
Salonöl[6]	kg	12 650	26,9	2,13
Amer. Petroleum[7]	kg	8 790	23,9	2,723
Russ. Petroleum	kg	6 025	22,55	3,61
Elektrizität	K.-W.-St.	863	16[8]	18,55

[1] Die wirtschaftliche Bedeutung des elektrischen Kochens von Ernst Neuberg. Journ. f. Gasbel. 1899, S. 601. — [2] Den Berechnungen ist der untere Heizwert zu Grunde gelegt, der für die Praxis allein in Frage kommt; über den mittleren Heizwert vergl. S. 139. — [3] Berliner Preise. — [4] Versteuert. — [5] Als Mittelwert zwischen den von der Zentrale auf neun Jahre garantierten Winter- und Sommerpreisen. — [6] Water white. — [7] Standard white. — [8] Berliner Preis für Kraftzwecke.

Dem Preise für Acetylen ist nur der Preis für Calciumcarbid zu Grunde gelegt, ohne weitere Herstellungskosten zu berücksichtigen[1]).

Acetylen-Kochapparate. Aus der vorigen Tabelle geht hervor, dafs das Acetylen nur dann zu Kochzwecken mit anderen Brennstoffen (mit Ausnahme der Elektrizität) konkurrieren kann, wenn die Acetylen-Kochapparate vor den mit anderen Brennstoffen betriebenen wesentliche Vorteile haben. Diese können sich auf zwei Punkte beziehen, erstens auf den Wirkungsgrad und zweitens auf Regulierfähigkeit der Kochapparate.

Die bezüglich des Wirkungsgrades von Kochapparaten gefundenen Versuchsresultate und die dadurch bedingten Preise für Kochen ergeben sich aus folgender Tabelle.

Der Wirkungsgrad von Kochapparaten und der Preis bei Benutzung verschiedener Brennstoffe[2]).

Brennstoff	Wirkungsgrad des Kochapparates in Proz.	Kosten des Kochens bezw. auf Leuchtgas = 1
Acetylen	51,3	2,75
Steinkohlengas	49,5	1
Denat. Spiritus 96 Proz.	63,4	1,195
Salonöl	24,4	1,71
Amer. Petroleum	24,4	2,19
Russ. Petroleum	24,4	2,91
Elektrizität	82,7	4,4

(Auch in dieser Tabelle ist nur der Carbidpreis den Kosten für das Acetylen zu Grunde gelegt.)

Diese Tabelle zeigt, dafs das Kochen mit Acetylen infolge der guten Konstruktion des benutzten Butzkeschen Kochapparates nicht wesentlich unökonomischer, als das Kochen mit russischem und amerikanischem Petroleum, dafs es sogar 40 Proz. billiger als Kochen mit Elektrizität ist. Als Nachteil für das Acetylen konnte bis vor kurzer Zeit der Umstand angesehen werden, dafs dem Acetylen-Kochapparat jegliche Regulierfähigkeit fehlte, da beim Verstellen des Hahnes die Flamme sofort durchschlug. Durch eine Reihe technischer Verbesserungen ist inzwischen dieser Übelstand vollständig behoben. Die heute im Handel befindlichen Acetylenkocher können ohne Gefahr des Zurückschlagens ganz klein gestellt werden[3]).

Bei den wirtschaftlichen Betrachtungen über Acetylenmotore ist auf die Verwendung des carburierten Acetylens eingegangen. Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, da dieses zu Kochzwecken ein

---

[1]) Umrechnungstabelle vergl. S. 818. — [2]) Vergl. Anmerkung 1 a. v. S. — [3]) Vergl. auch S. 810.

wesentlich billigerer Brennstoff ist. Die Regulierfähigkeit steigt jedoch nicht.

Wegen des hohen Preises der Acetylen-Wärmeeinheit hat sich mit seiner Verwendung zu Heizzwecken die Technik kaum bislang beschäftigt. Zu technischen Zwecken hat die Acetylenflamme da ein Verwendungsgebiet, wo es auf hohe Flammentemperaturen ankommt.

Die Verwendung des Acetylens zu motorischen Zwecken.

Der Acetylenmotor, dem bei Beginn der Acetylenära nur ein wissenschaftliches Interesse entgegengebracht wurde, hat heute das Stadium des theoretischen Problems verlassen und ist praktisch verwendet worden. Heute fängt man an, das Acetylen zu carburieren, ohne hiermit schon greifbare Erfolge erzielt zu haben. Es scheint jedoch, wie an einer späteren Stelle dieses Kapitels näher ausgeführt werden soll, die Möglichkeit vorhanden, dafs mit Benzol carburiertes Acetylen für motorische Zwecke event. eine gröfsere praktische Bedeutung erlangen kann. Im folgenden Kapitel sollen die Grundlagen gegeben werden, welche zur Berechnung und Konstruktion der Acetylenmotoren erforderlich sind.

Das Kapitel zerfällt in folgende Teile:

A. Theoretische Grundlagen.
   1. Gesetze von den permanenten Gasen in ihrer Anwendung für den Acetylenmotor.
   2. Die der Theorie des Acetylenmotors zu Grunde liegenden Wärmefragen.

B. Allgemeines über die Wirkungsweise der Acetylenmotoren und Konstruktionsgesichtspunkte für ihren Bau.
   1. Die Wirkungsweise.
   2. Die Steuerung.
   3. Die Zündung.
   4. Die Regulierung.
   5. Das Anlassen.

C. Konstanten zur Berechnung des Acetylen- und carburierten Acetylenmotors.

D. Die Berechnung des Acetylenmotors.

E. Wirtschaftliche Betrachtungen.

Theoretische Grundlagen.

Die Gesetze von den permanenten Gasen in ihrer Anwendung für die Gasmaschine.

Zum Ausgangspunkte sind zwei experimentell (bis zu gewissen Grenzen) ermittelte Gesetze nötig, die Gesetze von den permanenten Gasen. Die Zustandsänderungen, die hier betrachtet werden sollen,

sind hervorgerufen durch Druck-, Temperatur- oder Volumenänderung. Es wird angenommen, dafs weder bei dem gesamten Körper, noch bei seinen Teilen durch Geschwindigkeitsänderungen bedingte Ortsveränderungen stattfinden, ferner, dafs chemische Änderungen nicht auftreten. Unter diesen Einschränkungen ist der Zustand eines Körpers bestimmt durch sein Gewicht, sein Volumen und seine Spannung. Um aber der Einfachheit halber die in Frage kommenden Gröfsen auf die Gewichtseinheit, das Kilogramm, beziehen zu können, kommen für die Zustandsänderungen in der Wärmemechanik nur „specifisches Volumen“ und „specifische Spannung“ in Betracht. Unter specifischem Volumen versteht man das Volumen von einem Kilogramm, die specifische Spannung drückt man aus in Kilogramm pro Quadratmeter.

Die Spannung von einer Atmosphäre ist identisch mit dem Druck von 760 mm Quecksilber an der Meeresküste, bezw. von 10 333 kg für 1 qm. Nun sagt das Gesetz von Mariotte (eigentlich von Boyle): „Die specifischen Volumina verhalten sich umgekehrt wie die specifischen Spannungen bei gleicher Temperatur.“ Das Gesetz giebt also den Zusammenhang zwischen Volumen und Spannung bei gleicher Temperatur. Die zweite Frage, wie sich Volumen und Temperatur bei gleicher Spannung verhalten, beantwortet das Gay-Lussacsche Gesetz. Es besagt, um wieviel das Volumen zunimmt für eine Temperaturerhöhung von beispielsweise 1° C. bei konstanter Spannung.. Wenn dieses Volumen bei 0° C. V_0 ist, so ist es bei 1° C. und konstanter Spannung gleich

$$(V_0 + V_0 \alpha) = V_0\,(1 + \alpha), \text{ bei } t^0\,\mathrm{C} = V_0\,(1 + at)$$

$$V_1 = V_0\,(1 + at_1)$$

$$V_2 = V_0\,(1 + at_2)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1 + at_1}{1 + at_2} = \frac{\frac{1}{a} + t_1}{\frac{1}{a} + t_2}.$$

Der Ausdehnungskoeffizient der Gase hat sich experimentell ergeben mit $a = 0{,}003665$, $\frac{1}{a} = 273$. Der Einfachheit halber hat sich daher die Wissenschaft entschlossen, für wärmemechanische Rechnungen den Nullpunkt der Celsius-Skala auf (— 273°) zu verlegen. Temperaturen, die auf diesen Nullpunkt bezogen sind, nennt man „absolute Temperaturen“ und bezeichnet sie mit grofsen lateinischen Buchstaben.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2} = \frac{T_1}{T_2}.$$

Dieser Definition bedurfte es, um das Gay-Lussacsche Gesetz zu verstehen. Es lautet: „Die specifischen Volumina von Gasen verhalten sich direkt wie die absoluten Temperaturen bei konstanter Spannung.“

Auch die dritte Frage, wie sich specifische Spannungen und Temperaturen bei konstantem Volumen verhalten, beantwortet das Gay-Lussacsche Gesetz: „Die specifischen Spannungen von Gasen verhalten sich direkt wie die absoluten Temperaturen bei konstantem Volumen.“ Die Wärmelehre faſst das Mariotte- und Gay-Lussacsche Gesetz zusammen und sagt, es besteht ein Funktionsverhältnis zwischen p, v, T, zwischen specifischer Spannung, specifischem Volumen und absoluter Temperatur. Es ist:

$$V = \frac{V_1 p_1}{p_2}$$

$$V = \frac{V_2 T_1}{T_2}$$

$$\frac{V_1 p_1}{p_2} = \frac{V_2 T_1}{T_2}$$

$$\frac{V_1 p_1}{T_1} = \frac{V_2 p_2}{T_2} = \frac{V_3 p_3}{T_3} \text{ u. s. f.}$$

Dieser Quotient ist eine Konstante des Gases, welcher die Gasart charakterisiert; die so gebildete Zahl ist für jedes Gas eine verschiedene. Die Gaskonstante bezeichnet man mit R.

$$R = \frac{Vp}{T}.$$

Für Luft ist $V = 0{,}7733$ cbm
$p = 10{,}333$ kg
$T = 273^0$

$$R = \frac{0{,}7733 \cdot 10333}{273} = 29{,}27$$

$\delta = \frac{1}{v}$ ist die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht, d. h. das Gewicht von 1 cbm in Kilogrammen. Für Luft ist $\delta = 1{,}29306$ bei $T = 273^0$ und $p = 10333$ kg.

In einer Gasmaschine ist nun nicht etwa gleichmäſsig eine Gasart vorhanden, sondern eine Gasmischung.

$$\frac{V}{G} = v$$

$$\frac{Vp}{GT} = R$$

$$G = \frac{Vp}{RT}$$

$$\frac{Vp}{RT} = 1$$

$$Vp = RT.$$

Wir können jede Gaskonstante aus dem specifischen Gewicht des Gases berechnen. Bezeichnen wir mit dem Index 0 die Buchstaben,

welche sich auf Luft beziehen, mit dem Index 1 solche, die sich auf Acetylen beziehen, so ist

$$V_0 p = R_0 T$$
$$V_1 p = R_1 T'$$

$\frac{V_0}{V_1} = \frac{R_0}{R_1} = \frac{T_1}{T_0} = \delta_1 =$ specifisches Gewicht des Leuchtgases (bezogen auf Luft $= 1$). Wie oben entwickelt, verhalten sich die Konstanten verschiedener Gase umgekehrt wie ihre Dichtigkeiten, bezw. (was für die Wärmemechanik weniger in Betracht kommt) umgekehrt wie ihre Molekulargewichte. Für die Konstante von Gasgemischen gilt die Beziehung:

$$R_m = \frac{\Sigma R G}{\Sigma G}.$$

Hierin bedeutet R die Konstante der verschiedenen zur Mischung gelangenden Gase, G ihr Gewicht. Die Zustandsgleichung für Gasgemische lautet also:

$$p v = \frac{\Sigma R G}{G} T = R_m T.$$

In Worte gekleidet lautet diese Gleichung (das von Dalton aufgestellte Gesetz): „Der von einem Gasgemisch ausgeübte specifische Druck ist gleich der Summe der specifischen Drucke, welche die einzelnen Gase ausüben würden, wenn jedes für sich einen Raum erfüllte, der gleich dem von der Mischung erfüllten Raume ist.“

Die der Theorie der Gasmaschine zu Grunde liegenden Wärmefragen.

Nachdem wir hiermit die Grundgesetze für die permanenten Gase kennen gelernt haben, können wir jetzt zu den der Theorie der Gasmaschinen zu Grunde liegenden Wärmefragen übergehen.

Denken wir uns ein Gas in einen Cylinder eingeschlossen, dessen Kolben unbeweglich ist, und erwärmen dieses Gas, so wird sein Volumen konstant bleiben, der Druck nach dem Gay-Lussacschen Gesetz aber steigen. Denken wir uns zweitens dieselbe Gasmenge in denselben Cylinder eingeschlossen, dessen Kolben zwar abdichtet, aber frei beweglich ist, so wird bei Erwärmung des Gases der Druck konstant bleiben, das Volumen sich dagegen vergrößsern (entsprechend der Erwärmung nach dem Gay-Lussacschen Gesetz). Man spricht im ersten Fall von specifischer Wärme bei konstantem Volumen (c_v), im zweiten Fall von specifischer Wärme bei konstantem Druck (c_p).

Das Experiment hat nun ergeben, dafs c_p und c_v für jedes Gas verschieden sind, und zwar ist naturgemäfs c_p infolge der damit verbundenen äufseren Arbeit gröfser als c_v. Für Luft ist z. B.:

$$c = 0{,}1684$$
$$c = 0{,}2375$$

Diese Zahlen sind aber nicht für alle Temperaturen konstant, sondern die specifische Wärme von Gasen und Dämpfen ist (nach Mallard und Le Chatelier) eine Funktion der Temperatur.

Wir können nach den Mallard und Le Chatelierschen Formeln für jede Temperatur die specifische Wärme eines Gases berechnen. Wie gesagt, handelt es sich in der Technik aber nicht um Temperaturerhöhungen von 1° C., sondern um gröfsere Temperaturintervalle. Es tritt z. B. bei der Gasmaschine das Gasluftgemisch bei etwa 17 bis 20° C. ein und bei etwa 350 bis 500° C. wieder aus. Es handelt sich also in diesem Falle um Temperaturintervalle bis etwa 500°, und es gilt für uns den Zusammenhang zu finden zwischen c_t und c_{t,t^1}.

Künftig wollen wir nicht mit der oben definierten Gramm-Kalorie, sondern mit dem 1000fachen, der sogenannten Kilogramm-Kalorie rechnen, einer Wärmemenge, welche dazu erforderlich ist, 1 kg Wasser von 14,5° auf 15,5° C. zu erwärmen.

Diejenige Wärmemenge Q, welche erforderlich ist, um 1 kg Gas von 0° auf t° C. zu erwärmen, sei gleich

$$\begin{aligned} Q &= c_{0,t} \times 1 \times (t - 0) \\ &= c_{0,t} \times t \end{aligned}$$

Durch Differentiation erhalten wir

$$1. \qquad \frac{dQ}{dt} = \frac{dc_{0,t}}{dt}\, t + c_{0,t}$$

Hierin bezeichnet aber $\frac{dQ}{dt}$ die wahre specifische Wärme c_t, die erforderlich ist, um 1 kg von t auf $(t + 1)$° C. zu erwärmen.

Nach Mallard und Le Chatelier ist man berechtigt, für die Zunahme der specifischen Wärme eine lineare Funktion zu Grunde zu legen. Bezeichnet K eine Konstante, so ist

$$2. \qquad c_{0,t} = c_0\,(1 + Kt).$$

Hierin bezeichnet c_0 die wahre specifische Wärme für 0° C.

$$3. \qquad \frac{dc_{0,t}}{dt} = c_0 K$$

$$4. \qquad \frac{dQ}{dt} = c_t = c_0 Kt + c_0\,(1 + Kt)$$

$$5. \qquad c_t = c_0\,(1 + 2\,Kt).$$

Der Vergleich zwischen Gleichung 2 und 5 ergiebt, dafs der Gröfsenunterschied zwischen c_0 und c_t doppelt so grofs ist wie der zwischen c_0 und $c_{0,t}$.

Die Zusammenstellung folgender Gleichungen macht das noch klarer:

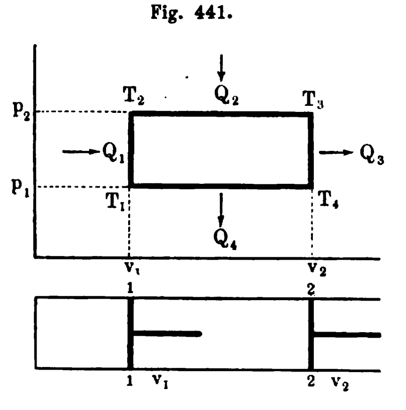
$$c_0 = c_0$$
$$c_t = c_0\,(1 + 2\,Kt)$$
$$c_0 + c_t = c_0\,(2 + 2\,Kt)$$
$$c_{0,t} = c_0\,(1 + Kt)$$
$$c_{0,t} = \frac{c_0 + c_t}{2}.$$

Die letzte Gleichung besagt, dafs die mittlere specifische Wärme eines Gases zwischen zwei Temperaturen gleich dem arithmetischen Mittel der wahren specifischen Wärmen der Grenztemperaturen ist.

Wir kommen jetzt zur Anwendung dieser specifischen Wärmesätze im Zusammenhang mit dem Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetz. Wir wollen uns nach diesen Gesetzen eine Zustandsänderung ausgeführt denken.

Wir denken uns den Kolben einer Gasmaschine in Stellung 1,1 (Fig. 441). Das Volumen des Gases betrage v_1, seine Temperatur T_1, sein Druck p_1, sein Gewicht 1 kg. Diesem Gase führen wir eine Wärmemenge Q_1 zu und lassen den Kolben in derselben Stellung. Wir erwärmen das Gas von T_1 auf T_2 und tragen diese Zustandsänderung graphisch auf. Dann ist

Fig. 441.



Entstehung eines Diagramms.

$$Q_1 = c_v\,(T_2 - T_1).$$

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz ist der Druck auf p_2 gestiegen. Jetzt führen wir eine so grofse Wärmemenge zu, dafs bei Vergröfserung des Volumens auf v_2 der Druck konstant auf p_2 bleibt. In der unteren Figur steht dann der Kolben in der Stellung 2,2. Die zugeführte Wärmemenge beträgt

$$Q_2 = c_p\,(T_3 - T_2),$$

denn die Temperatur ist infolge der Erwärmung von T_2 auf T_3 gestiegen. Jetzt lassen wir das Gas so viel Wärme an eine Kühlanlage abgeben, dafs bei einer Temperatur T_4 und konstantem Volumen v_2 der Anfangsdruck p_1 wiederhergestellt ist. Wir führen jetzt also eine negative Wärmemenge zu, d. h. wir kühlen ab, bezw. wir führen Wärme ab. In Figur 441 zeigt sich das dadurch, dafs der Pfeil abgewendet ist und in der Gleichung

$$Q_3 = c_v\,(T_3 - T_4)$$

die Wärmemenge Q_3 negativ ist. Jetzt verkleinern wir bei konstantem Druck p_1 das Volumen v_2 auf v_1, die Temperatur T_2 auf T_1, indem wir

den Kolben nach 1,1 schieben und dementsprechend eine Wärmemenge

$$Q_4 - c_p\,(T_4 - T_1)$$

ans Kühlwasser abgeben.

Eine Zustandsänderung, bei der man verschiedene Prozesse durchläuft und schliefslich auf den Anfangszustand zurückkehrt, nennt man einen „geschlossenen Kreisprozefs". An Wärme zugeführt ist:

$$Q_1 + Q_2 = c_v\,(T_2 - T_1) + c_p\,(T_3 - T_2).$$

An Wärme abgeführt ist:

$$Q_3 + Q_4 = c_v\,(T_3 - T_4) + c_p\,(T_4 - T_1).$$

Es fragt sich nun, ist:

$$Q_1 + Q_2 > Q_3 + Q_4$$

oder ist:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4,$$

oder was ist durch diesen Kreisprozefs geleistet?

Ein Zahlenbeispiel möge dieses klar machen.

Bei einem Barometerstand von 760 mm Quecksilber und einer Temperatur von 400° abs. bestehe die Füllung aus 1 kg reiner atmosphärischer Luft. Der Einfachheit halber sollen die specifischen Wärmen der Luft als konstant angenommen werden.

p_2 sei gleich 5 atm,
v_2 sei gleich $4\,v_1$.

Der Querschnitt des Kolbens betrage 0,5 qm.

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz verhält sich

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_2 = 5 \text{ atm}$$

$$p_1 = 760 \text{ mm Quecksilber} = 1 \text{ atm}$$

$$T_1 = 400^0 \text{ abs.}$$

$$T_2 = 2000^0 \text{ abs.}$$

$$Q_1 = 0{,}1684\,(2000 - 400) = 269 \text{ kgcal.}$$

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz besteht die Gleichung:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_2}{T_3}$$

$$v_1 = 0{,}3 \text{ cbm}$$

$$v_2 = 4 \,.\, 0{,}3 \text{ cbm}$$

$$T_2 = 2000^0 \text{ abs.}$$

$$T_3 = 8000^0 \text{ abs.}$$

$$Q_2 = 0{,}2375\,(8000 - 2000) = 142 \text{ kgcal.}$$

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz verhält sich:

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$T_3 = 8000^0 \text{ abs.}$$
$$p_2 = 5 \text{ atm}$$
$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$T_4 = 1600^0 \text{ abs.}$$

$$Q_3 = 0{,}1684\ (8000 - 1600) = 1080 \text{ kgcal.}$$

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz ist:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_4}{T_1}$$

$$v_2 = 4 \times 0{,}3 \text{ cbm}$$
$$T_4 = 1600^0 \text{ abs.}$$
$$T_1 = 400^0 \text{ abs.}$$

$$Q_4 = 0{,}2375\ (1600 - 400) = 285 \text{ kgcal}$$
$$Q_1 + Q_2 = 269 + 1420 = 1689 \text{ „}$$
$$Q_3 + Q_4 = 1080 + 285 = 1365 \text{ „}$$
$$(Q_1 + Q_2) = (Q_3 + Q_4) = 324 \text{ „}$$

Es tritt nun die Frage auf, wo sind diese 324 kgcal geblieben?

Nehmen wir an, dafs mit dem Kolben ein Schwungrad verbunden ist, wie das der Praxis entspricht, so hat dieses Schwungrad infolge des Weges, welchen der Kolben in der zweiten und vierten Periode des Prozesses zurückgelegt hat, eine lebendige Kraft erhalten.

Dem Kolbenweg entsprechend ist eine Arbeit geleistet.

$$\text{Arbeit} = \text{Kraft} \times \text{Weg.}$$

1. In der zweiten Periode:

$$\text{Druck} = 5 \text{ atm} = 5 \text{ kg/qcm}$$
$$\text{Fläche} = 0{,}5 \text{ qm} = 5000 \text{ qcm}$$
$$\text{Kraft} = 25\,000 \text{ kg/qcm.}$$

Jetzt müssen wir den Weg berechnen. Das Volumen von 1 kg Luft bei 400^0 abs. und 760 mm Quecksilber beträgt $\frac{400}{273 \times 1{,}2963} = 1{,}1303$ cbm.

Der Querschnitt betrug 0,5 qm. Demnach ist der

$$\text{Weg} = 2 \times 1{,}1303 \times 3 = 6{,}8 \text{ m}$$
$$\text{Kraft} \times \text{Weg} = 2500 \times 6{,}8 = 170\,000 \text{ kgm.}$$

2. In der vierten Periode:

$$\text{Druck} = 760 \text{ mm Quecksilber} = 1 \text{ kg/qcm}$$
$$\text{Kraft} = 5000 \text{ kg/qcm}$$
$$\text{Weg} = 6{,}8$$
$$\text{Kraft} \times \text{Weg} = 33\,900 \text{ kgm.}$$

In der zweiten Periode (Expansion) ist so viel Arbeit gewonnen, dafs einerseits die Arbeit in der vierten Periode (Auspuff) von 33 900 kgm

geleistet werden kann, andererseits hat das Schwungrad die lebendige Kraft von 170000 — 33900 = 136100 kgm erhalten. Es gilt allgemein der Satz, dafs Arbeit bei einem geschlossenen Kreisprozefs entsteht, wenn Wärme verloren geht.

324 kgcal gehen verloren. Dafür werden 136100 kgm Arbeit gewonnen:

$$\begin{aligned} 324 \text{ kgcal} &= 136100 \text{ kgm} \\ 1 \quad " \quad &= \quad 422 \quad " \end{aligned}$$

Für jede verschwundene Kalorie entstehen 422 kgm als Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit.

Man kann nun den Kreisprozefs auch umdrehen, dann entstehen für je 1 kgm Arbeit $\frac{1}{422}$ cal als Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit.

Solange das Gay-Lussacsche Gesetz besteht, c_v und c_p richtig gewählt sind, trifft diese Schlufsgleichung zu.

Die Zahl für das mechanische Wärmeäquivalent ist experimentell gefunden, schwankend zwischen 420 und 430.

Wir wollen künftig mit 427 rechnen.

Wenn wir eine andere Zahl erhalten haben, so liegt das daran, dafs wir c_p und c_v als konstant angenommen haben.

Was wir bislang von der Wärmemechanik entwickelt haben, können wir kurz in folgenden Gleichungen zusammenfassen:

Das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz:

$$\frac{v_1 p_1}{T_1} = \frac{v_2 p_2}{T_2} = R.$$

Das Daltonsche Gesetz:

$$R_m = \frac{R \cdot G}{G}.$$

Das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit:

$$A = \frac{1}{427}.$$

Das Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit:

$$\frac{1}{A} = 427.$$

Wo Wärme verschwunden und mechanische Arbeit geleistet ist, gilt die Gleichung $Q = A L$, bezw. wo durch Verschwinden von mechanischer Arbeit Wärme geleistet:

$$L = \frac{1}{A} Q.$$

Das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz besagt, dafs bei konstanter Temperatur sich die Volumina umgekehrt wie die Drucke,

bei konstantem Volumen sich die Temperaturen wie die Drucke,
bei konstantem Druck sich die Temperaturen wie die Volumina

verhalten.

Im allgemeinen wird also der Zustand eines Gases durch Wirkung einer Wärmemenge nach drei Punkten geändert:

1. Steigerung der inneren kinetischen Energie (K);
2. Steigerung der potentiellen Energie (P);
3. Leistung einer äufseren Arbeit (bei Volumenzunahme) (L).

Man pflegt daher für eine unendlich kleine Wärmezufuhr dQ diese Vorgänge in folgende Formel zusammenzufassen:

$$dQ = A\,(dK + dP + dL).$$

Im Gegensatz zur äufseren Arbeit dL bezeichnet man $(dK + dP) = dU$ als innere Arbeit. Hiernach wird die Formel:

$$dQ = A\,(dU + dL).$$

Auf S. 777 ff hatten wir mehrere beliebige Zustandsänderungen betrachtet und waren nach Durchlaufung verschiedener Perioden zum Anfangszustand zurückgekehrt. Wir hatten uns dann klar gemacht, dafs infolge der Kolbenbewegung eine Arbeit geleistet war. Dieselbe ist oben (vergl. Fig. 441) graphisch ermittelt.

Nehmen wir einen unendlich kleinen Flächenstreifen aus demselben heraus, so gilt für denselben die Beziehung

$$dL = p\,dv,$$

für die Gesamtarbeit:

$$L = \int p\,dv,$$

und zwar kann die Zustandsänderung eine ganz beliebige sein, d. h. die obere Begrenzung in Fig. 441 braucht nicht eine gerade Linie zu sein, sondern sie kann durch jede beliebige Kurve dargestellt werden. Wir brauchen uns dieselbe nur aus unendlich vielen unendlich kleinen geraden Linien zusammengesetzt denken. Infolgedessen kann die obere Linie eine beliebige Kurve werden, deren Form einem beliebigen Gesetz unterliegt.

Erhitzte man Luft in einem Cylinder, einmal bei feststehendem Kolben, d. h. bei konstantem Volumen, ein zweites Mal bei frei beweglichem Kolben, d. h. unter konstantem Druck, so sahen wir, dafs für Luft

die specifische Wärme für konstantes Volumen $c_v = 0{,}1684$,
" " " " konstanten Druck $c_p = 0{,}2375$,

im zweiten Fall gröfser war als im ersten. Das trifft selbstverständlich für alle Gase zu, da aufser der Erwärmung noch eine Arbeit geleistet wird.

Unter der specifischen Wärme c eines Körpers versteht man, wie wir oben definiert haben, die Anzahl kgcal, welche dazu erforderlich

sind, 1 kg des Körpers um 1° C. zu erwärmen. Dabei ist die Thatsache experimentell erwiesen, dafs die specifische Wärme abhängig ist von der jeweiligen Temperatur des Körpers.

$$c = \frac{dQ}{dT}$$

$$c_p = \frac{dQ_p}{dT} \text{ für } p = \text{konst.}, \; dp = 0,$$

$$c_v = \frac{dQ_v}{dT} \text{ für } v = \text{konst.}, \; dv = 0.$$

Wir wollen, nachdem dies rekapituliert ist, im folgenden den Zusammenhang feststellen zwischen der specifischen Wärme eines Gases und einer Gaskonstanten. Es war:

$$dQ = A\,(dK + dP + dL).$$

Nach der Definition der Gase üben Gasmoleküle keine Kohäsion aufeinander aus. Es ist infolgedessen die Zunahme an potentieller Energie gleich Null.

$$dP = 0$$

$$dQ = A\,(dK + dL).$$

Diese Gleichung besagt, dafs die einem Gase zugeführte Wärmemenge aufser zur Erhöhung der inneren kinetischen Energie (Temperatursteigerung) nur noch zur Leistung einer äufseren Arbeit dient.

Den Zusammenhang zwischen c_v und c_p für Gase giebt daher folgende Gleichung:

$$c_p = c_v + AL.$$

Denn wir bezeichneten vorher mit c_p die specifische Wärme bei konstantem Druck als diejenige Anzahl von Kilogramm-Kalorien, welche erforderlich ist, 1 kg des Gases um 1° C. zu erhöhen.

Es ist nun:

$$\frac{p_1 v_1}{T_1} = R$$

$$\frac{p_1 v_2}{T_1 + 1} = R$$

$$p_1 v_1 = R\,T_1$$

$$p_1 v_2 = R\,(T_1 + 1)$$

$$p_1\,(v_2 + v_1) = L = R$$

$$c_p = c_v + AR$$

$$c_p - c_v = AR = \frac{R}{427}.$$

Um die Kurve konstruieren zu können, welche einer bestimmten Zustandsänderung entspricht, wollen wir ganz allgemein einen Ausdruck suchen für eine unendlich kleine, beliebige Zustandsänderung.

Es war:

$$d Q = A (d U + d L)$$

$$c_v = \frac{d Q_v}{d T}$$

$$d Q_v = A d U$$

$$d Q_v = c_v d T$$

$$A d U = c_v d T$$

$$d U = \frac{c_v}{A} d T.$$

Ferner waren:

$$\frac{p_v}{T} = R$$

$$p_v = R T$$

$$p d v + v d p = R d T$$

$$d T = \frac{p d v + v d p}{R},$$

demnach wird

$$d U = \frac{c_v}{A R} (p d v + v d p).$$

Schliefslich war:

$$d L = p d v.$$

Führt man die Gleichung:

$$d Q = A (d U + d L)$$

ein, so erhält man:

$$d Q = \frac{c_v}{R} (p d v + v d p) + A p d v.$$

Es war

$$c_p - c_v = A R$$

$$A = \frac{1}{R} (c_p - c_v)$$

$$d Q = \frac{1}{R} (c_p p d v + c_v v d p).$$

Diese Wärmemenge $d Q$ ist also diejenige, welche einem Kilogramm eines Gases während einer unendlich kleinen, beliebigen Zustandsänderung hinzugefügt werden mufs.

Wir kommen nun zu ganz bestimmten Zustandsänderungen, und zwar wollen wir die drei wichtigsten behandeln:

1. Bei konstantem Druck,
2. bei konstanter Temperatur,
3. bei konstanter Wärme.

$$1. \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2}, \; p = \text{konst.},$$

$$v = c \times T, \; c = \text{konst.}$$

Ist $v = 0$, so wird $P (t + 273) = 0$, $t = - 273^\circ$ C.

Die Richtigkeit des Gay-Lussacschen Gesetzes vorausgesetzt, ist also bei -273^0 C. das Volumen und die innere kinetische Energie eines Gases $= 0$.

Die Zustandskurve ist eine zur Abscissenachse im Abstande p parallele Gerade.

$$L = p\,(v_2 - v_1)$$

2. $\frac{v_1}{v_2} - \frac{p_2}{p_1}, \; T = \text{konst.}$

$$p_1 v_1 = p_2 v_2, \; p v = \text{konst.}$$

Die Zustandskurve (Isotherme) ist eine gleichseitige Hyperbel, welche die Koordinantenachse zu Asymptoten hat.

Zur Berechnung von L dienen die Gleichungen:

$$L = \int_{v_1}^{v_2} p\,d v$$

$$\frac{p_v}{T} = R, \; p = \frac{R\,T}{v}$$

$$L = \int_{v_1}^{v_2} \frac{R\,T}{v}\,d v = R\,T\,\mathfrak{l}_n \frac{v_2}{v_1}$$

$$L = p_1 v_2\,\mathfrak{l}_n \frac{v_2}{v_1} = p_2 v_2\,\mathfrak{l}_n \frac{v_2}{v_1},$$

3. $d\,Q = \frac{1}{R}\,(c_p p\,d v + c_v v\,d p) = 0.$

$$-\,c_p p\,d v = c_v v\,d p$$

$$\frac{dp}{p} = -\,\frac{c_p}{c_v}\,\frac{dv}{v},$$

$$\int_{v_1}^{v_2} \frac{dp}{p} = \int_{v_1}^{v_2} -\,\frac{c_p}{c_v}\,\frac{dv}{v},$$

$$\mathfrak{l}_n \frac{p_2}{p_1} = -\,\frac{c_p}{c_v}\,\mathfrak{l}_n \frac{v_2}{v_1},$$

$$\frac{c_p}{c_v} = k,$$

$$\mathfrak{l}_n \frac{p_2}{p_1} = -\,k\,\mathfrak{l}_n \frac{v_2}{v_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$$

$$p_2 v_2{}^k = p_1 v_1{}^k,$$

$$p\,v^k = \textit{konst.}$$

„Die Drucke verhalten sich umgekehrt wie die $k$ten Potenzen der Volumina“.

Diese Zustandskurve (Adiabate) ist eine der gleichseitigen Hyperbel ähnlich verlaufende Kurve. Auch sie hat die Koordinatenachsen als Asymptoten, nähert sich aber der Abscissenachse schneller als die Isotherme.

Schon oben hatten wir uns klar gemacht, dafs c_p für Gase gröfser sei als c_v, da bei Erwärmung bei konstantem Volumen nur eine Erwärmung, bei Erwärmung unter konstantem Druck aufser dieser Erwärmung noch eine äufsere Arbeit zu leisten sei.

Es ist demnach

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

gröfser als 1.

Folgendes ergiebt der Vergleich zwischen den beiden Gleichungen:

$$p\,v = \text{konst. (Isotherme)},$$
$$p\,v^k = \text{konst. (Adiabate)}.$$

Da in der ersten Gleichung der Exponent von v gleich 1 ist, in der zweiten Gleichung aber gröfser als 1 ist, so bedeutet das, dafs bei der adiabatischen Zustandsänderung in der Kompressionsperiode die Drucke schneller zu-, in der Expansionsperiode dagegen schneller abnehmen als bei der Isotherme.

$$L = \frac{c_v}{A}\,(T_1 - T_2).$$

Die Arbeit, die bei der adiabatischen Zustandsänderung geleistet wird, mufs gleich obigem Ausdruck, d. h. gleich der Änderung der inneren Arbeit sein, weil keine Wärmemenge hinzugeführt wird. Die innere Arbeit besteht nun, wie wir oben gesehen haben, lediglich in einer Temperaturänderung.

Bei der Kompressionsperiode ist $v_1 > v_2$, $T_1 < T_2$ } (Die Drucke sind
„ „ Expansionsperiode „ $v_1 < v_2$, $T_1 > T_2$ } nicht konstant).

Im ersten Fall wird L negativ, im zweiten Fall positiv. Im ersten Fall mufs Arbeit geleistet werden, im zweiten Fall wird Arbeit frei.

$$L = \frac{c_v}{A}\,(T_1 - T_2)$$

$$L = \frac{c_v}{A}\,T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$$

Es war

$$c_p - c_v = A\,R$$

$$c_v\left(\frac{c_p}{c_v} - 1\right) = A\,R$$

$$c_v\,(k - 1) = A\,R$$

$$\frac{c_v}{A} = \frac{R}{k-1}.$$

Nach dem Gay-Lussacschen Gesetz ist:

$$T_1 = \frac{p_1 v_1}{R}$$

$$T_2 = \frac{p_2 v_2}{R}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{p_1 v_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}}$$

$$T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{p_1 v_1}{R}\left(1 - \frac{p_2 v_2}{p_1 v_1}\right)$$

$$T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{p_1 v_1}{R}\left[1 - \frac{p_2}{p_1}\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{k}}\right]$$

$$T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{p_1 v_1}{R}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]$$

$$T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{p_1 v_1}{R}\left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k \frac{v_2}{v_1}\right]$$

$$T_1\left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) = \frac{p_1 v_2}{R}\left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}\right]$$

$$L = \frac{p_1 v_1}{k-1}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]$$

$$L = \frac{p_1 v_1}{k-1}\left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}\right].$$

Allgemeines über die Wirkungsweise der Acetylenmotoren und Konstruktionsgesichtspunkte für ihren Bau.

Sieht man von der Heifsluftmaschine ab, welche in der heutigen Technik keine Rolle mehr spielt, so lassen sich die Gasmaschinen einteilen in Explosionsmotoren und Verbrennungsmotoren. Bei den Explosionsmotoren verpufft das Gas-Luft-Gemisch (theoretisch), wenn der Maschinenkolben im Totpunkt steht, beim Verbrennungsmotor verbrennt das Gas-Luft-Gemisch nicht allein, wenn der Kolben im Totpunkt steht, sondern auch während eines Teiles des Arbeitsweges. Von den modernen Typen der Gasmaschinen gehört nur der Diesel-Motor zu den Verbrennungsmotoren, alle anderen sind Explosionsmotoren.

Die Explosionsmotoren arbeiten gröfstenteils im Viertakt, d. h. auf vier Hübe bezw. zwei Umdrehungen kommt ein Arbeitshub. Die Funktion der vier Hübe ist folgende:

Erster Hub: Bewegung des Kolbens vom inneren zum äufseren Totpunkt. Ansaugen des Gas-Luft-Gemisches.

Zweiter Hub: Bewegung des Kolbens vom äufseren zum inneren Totpunkt. Komprimierung des Gas-Luft-Gemisches. Zündung im Totpunkt.

Dritter Hub: Bewegung des Kolbens vom inneren zum äufseren Totpunkt. Expansion.

Vierter Hub: Bewegung des Kolbens vom äufseren zum inneren Totpunkt. Auspuff.

Diese vier Hübe bilden einen Prozefs. Die beiden ersten Hübe können dadurch vermieden werden, dafs man aufser dem Motor noch einen Kompressor anwendet, d. h. eine Pumpe, welche einerseits das Gas-Luft-Gemisch komprimiert und dasselbe andererseits in den Cylinder des Gasmotors drückt, wenn der Kolben desselben im Totpunkt steht. Statt eines Kompressors kann man auch zwei verwenden, einen für Gas und einen für Luft.

Konstruktionen der letzten Art, also Zweitaktmaschinen, sind nur bei grofsen Motoren mit Vorteil verwandt. Unangenehm ist der Viertakt wegen seines hohen Ungleichförmigkeitsgrades. Das Tangentialdruckdiagramm verläuft während des ersten und letzten Hubes annähernd als gerade Linie, während des zweiten und dritten als Kurve. Der maximale negative Druck liegt am Schlufs der zweiten, der maximale positive Druck am Anfang der dritten Periode (Explosion), so dafs die Kurve fast geradlinig vom Minimum (maximalen negativen Druck) zum Maximum (maximalen positiven Druck) ansteigt. Um daher eine einigermafsen gleichförmige Umdrehung zu erhalten, mufs man schwere Schwungräder verwenden.

Die Steuerung der Maschine zerfällt in vier Teile, in die Steuerung des Einlafsventiles für das Gas, des Einlafsventiles für die Luft, des Auspuffventiles für die Verbrennungsprodukte und der Zündung. Diese Steuerungsorgane treten jeden vierten Hub, d. h. jede zweite Umdrehung, in Aktion. Bei fast allen modernen Viertaktgasmaschinen hat man eine Steuerungswelle längs des Cylinders angebracht, welche meistens von der Kurbelwelle mittels zweier Zahnräder angetrieben wird.

Das Zahnrad der Kurbelwelle hat halb so viel Zähne wie das Zahnrad der Steuerwelle; diese macht daher nur eine Umdrehung, während das Schwungrad zwei macht.

Auf der Steuerwelle sitzen Nocken zur Regulierung der Ventile. Auf denselben schleifen Hebel, welche an einem Punkt drehbar gelagert sind, während die zweite Hebelseite das Ventil bethätigt. Die sichere Schliefsung desselben wird durch Spiralfedern bewerkstelligt. Von der Steuerwelle wird ferner die Zündung bethätigt.

Man unterscheidet drei verschiedene Zündungsvorrichtungen.

1. Flammenzündung. Das sind solche, bei denen die Explosion des Gas-Luft-Gemisches durch eine Flamme bewerkstelligt wird.

2. Glührohrzündung. Bei diesen kommt die Zündung dadurch zu stande, dafs am Schlusse des zweiten Hubes das komprimierte Gas-Luft-Gemisch mit einem glühenden Material in Berührung kommt.

3. Elektrische Zündung.

1 a. Die Ottosche Zündung. Der alte Ottosche Motor hatte nach Art der Dampfmaschinen eine Schiebersteuerung, welche sich an der geschlossenen Seite des Cylinders befindet. Dieselbe regulierte auch die Zündung. Da das Gas-Luft-Gemisch zur Zeit der Zündung hoch komprimiert ist, kann man es nicht mit einer offenen Flamme zünden, da diese durch das unter hohem Druck ausströmende Gas gelöscht würde. Otto brachte daher eine Vermittelungsflamme an. In dem Schieber befindet sich ein Hohlraum mit drei Öffnungen, welche der jeweiligen Schieberstellung entsprechend der Reihe nach geöffnet, resp. geschlossen werden. Zwei derselben münden nach der Deckelseite, eine nach der Cylinderseite. Es ist stets nur eine geöffnet. Zuerst tritt die eine Öffnung mit der Gasleitung in Verbindung und füllt dadurch den Hohlraum mit Gas. Dann tritt der Hohlraum durch die zweite Deckelseitenöffnung mit der Flamme in Verbindung. Das Gas des Hohlraumes wird gezündet. Bei der darauf folgenden Schieberbewegung tritt diese Vermittelungsflamme mit dem Innern des Cylinders in Verbindung und zündet das hoch komprimierte Gas-Luft-Gemisch.

1 b. Die Zündung von Gebr. Körting. Die Körtingsche Flammenzündung spart die Gasleitung nach dem Hohlraum dadurch, daſs dieser aus dem Innern des Cylinders mit Gas und Luft gespeist wird. An Stelle des Schiebers tritt ein durch einen Stempel bethätigtes Kugelventil.

Eine derartige, sogenannte Rückzündung ist zuerst von Wittig und Hees angegeben.

2. Wird ein einseitig geschlossenes Rohr durch eine auſsen befindliche Flamme in Glut versetzt und ist die andere Seite durch einen Hahn, resp. ein Ventil vom Cylinderinnern getrennt, so kann man durch Öffnung dieses Hahnes (wenn die Maschine im Totpunkt steht) das Gas-Luft-Gemisch auf einfache Weise zur Explosion bringen. Man nennt diese Vorrichtung eine „gesteuerte“ Glührohrzündung. Die Abdichtung des Ventils, resp. Hahns ist aber infolge der hohen Temperatur eine sehr schwierige. Nach Daimlers Angaben werden nun auch ungesteuerte Glührohrzündungen verwandt. Es steht bei diesen das Zündrohr in steter Verbindung mit dem Cylinderinnern. Daſs die Zündung trotzdem im richtigen Moment erfolgt, läſst sich auf folgende Weise erklären. Während des Ansaugens kann sich das Gas-Luft-Gemisch noch nicht entzünden, weil in dem Glührohr noch Verbrennungsprodukte vom letzten Prozesse vorhanden sind. Bei der Kompression, wo dieser Rest auch komprimiert wird, werden sich die ins Glührohr eintretenden frischen Gase entzünden, sobald sie bis zur Glühstelle des Rohres gelangt sind. Die Zündung wird sich aber erst im Totpunkt ins Cylinderinnere fortsetzen, weil bis dahin eine Strömung ins Rohr stattfindet und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Zündung kleiner als die Stromgeschwindigkeit ist. Nach Eugen Meyer (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1895) muſs man die Glüh-

zone des Rohres dem Kompressionsgrade, dem Gasreichtum des Gas-Luft-Gemisches und der Kolbengeschwindigkeit entsprechend wählen, um Vorzündung zu vermeiden.

Jedoch hat sich die ungesteuerte Glührohrzündung für kleine Maschinen einwandsfrei bewährt, und man verwendet nur für grofse Motoren, wo eine Zündung sehr lästig ist, die gesteuerte Glührohrzündung. Als Material für das Glührohr wird fast allgemein Porzellan verwendet, früher auch Eisennickellegierungen und Schmiedeeisen.

3. Die elektrische Zündung, welche zuerst von Lenoir angewandt wurde, verschwand wegen ihrer unvollkommenen Einrichtung bald wieder, verdrängt von der Flammenzündung. Heute sind die Apparate für elektrische Zündung bedeutend verbessert und daher weit verbreitet. Als Stromerzeuger werden Batterien, Dynamo- und Magnetmaschinen verwandt.

Die erste Stelle unter den elektrischen Zündern nimmt die Deutzer Magnetzündung ein, der die elektrische Zündung der Firma Gebr. Körting sehr ähnelt. Der Anker der Magnetmaschine wird durch einen auf der Steuerwelle sitzenden Knaggen gedreht. Derselbe wird nach seinem Abspringen von einer Feder wieder zurückgeschnellt. Der hierdurch entstehende Strom wird dem einen Cylinder zugeführt, welcher aus einem Porzellan-isolierten, in den Maschinencylinder hineinragenden Stift besteht, gegen den sich infolge der Wirkung einer zweiten Spiralfeder ein Winkelhebel lehnt. Im Moment der Stromerzeugung wird der Winkelhebel von dem Stifte entfernt, und ein Zündungsfunke springt über.

Eine Benzsche Maschine benutzt eine kleine Dynamo, welche auf einem Ruhmkorff arbeitet. Mittels Schnur wird dieselbe vom Schwungrad angetrieben, dessen Umdrehungszahl beim Anlassen und Normalgang so verschieden ist, dafs zwei Schnurscheiben benutzt werden müssen. Es darf wohl als Nachteil dieser Konstruktion betrachtet werden, dafs der Arbeiter beim Anlassen diese Schnur umlegen und ihre Lage beim normalen Gang wieder ändern mufs.

Schliefslich sei noch ein elektrischer Zünder von Delamare-Deboutheville erwähnt. Im Schieberdeckel des Motors befindet sich eine Funkenkammer, in der fortwährend Funken überspringen, die durch eine Batterie und einen Ruhmkorff erzeugt werden. Die Zündung findet statt, sobald der Schieberkanal die Verbindung zwischen Funkenkammer und Cylinder herstellt.

Auf der Steuerwelle sitzt schliefslich noch der Regulator, ein Organ, welches beim Gasmotor immer hemmend wirken mufs. Als Energieakkumulator für die Gasmaschinen ist ein Gasometer oder ein Flüssigkeitsbehälter mit konstantem Druck zu betrachten. Wird der Motor über seine normale Leistung beansprucht, so steht nur der gewöhnliche Druck zur Verfügung. Daher mufs bei normaler und unter normaler Belastung die Regulierung hemmend wirken, da — anders wie bei der Dampfmaschine — kein Energiesammler vorhanden ist, der regulierfähig wäre.

Die Regulierung beim Gasmotor kann nun auf folgende Weise stattfinden:

1. Regelung der Gaszufuhr bei konstanter Luftzufuhr.

Dieses Verfahren wird bei Ottoschen Motoren angewandt, jedoch in der Weise, dafs kein Gas zugeführt wird, wenn die Belastung eine gewisse Höhe nicht mehr erreicht. Das Verfahren hat den Vorteil einer stets annähernd gleichen Kompressionsendspannung und eines ziemlich grofsen Gleichförmigkeitsgrades, den Nachteil, dafs infolge des bei geringerer Belastung auch geringeren Gaszuflusses das Gas-Luft-Gemisch gasarm und infolgedessen schwerer zündbar wird und die Geschwindigkeit der Zündungsfortpflanzung abnimmt. Konstruktiv ist diese Regelung durch Abschrägung des Nockens erreicht.

2. Regelung der Zufuhr eines qualitativ stets gleichen Gas-Luft-Gemisches.

Diese nur quantitative Regelung, welche von Körting eingeführt ist, dürfte von allen bisher bekannten Regulierungsarten wohl die beste sein, da die Mischung stets die günstigste ist. Jedoch sinkt der Wirkungsgrad des Motors auch bei fallender Belastung, da bei dieser der Kompressionsenddruck geringer wird.

3. Durch Aussetzerhübe.

Diese Methode der Regulierung ist nur da anwendbar, wo der Gleichförmigkeitsgrad des Motors keine Rolle spielt. Man thut gut, nicht das Gas einfach abzudrosseln und die Maschinen Luft ansaugen zu lassen, sondern das Auspuffventil abzusperren, damit die Maschine nicht kalt wird.

4. Durch Verhindern des teilweisen Austrittes der Verbrennungsprodukte.

Diese Regulierungsart ist eine Kombination von 1. und 3., hat vor 1. den Vorteil, dafs die indifferenten Gase die hohe Temperatur der Verbrennungsprodukte haben und infolgedessen die Zündung des gasarmen Gemisches erleichtern.

5. Durch Absperren der Luftzufuhr.

Dieses Verfahren ist von Clerk angewendet; es tritt Luftleere ein, und infolgedessen ist die Kompressionsarbeit gering, die Maschine wird nicht abgekühlt, aber das Verfahren ist unökonomisch.

6. Durch Zurücksaugen der Verbrennungsprodukte.

Diese Art des Aussetzens hat den Vorteil, dafs der Motor nicht abgekühlt wird, den Nachteil, dafs alle schon ausgepufften Verunreinigungen wieder eingesaugt werden, also zweimal das Auspuffventil passieren.

7. Durch Einlassen eines Teiles der Füllung in den Ansaugetopf.

Hier bleibt während der Kompressionsperiode das Gaseinlafsventil geschlossen. Es geht aber während eines Teiles der Kompressionsperiode ein der Belastung umgekehrt proportionales Volumen Ansaugegemisch in den Auspufftopf und wird beim nächsten Hub statt Luft eingesogen. Hierin liegt der Nachteil dieser Regulierungsart, die

sich sonst von der Körtingschen nicht unterscheidet. Das Hubvolumen nach der Regulierung wird zu stark an Gas.

8. Durch Verlegung der Zündung.

Diese Art der Regulierung, bei der die Zündung an verschiedene Punkte der Expansionsperiode verlegt wird, ist für Automobilmotoren verwandt, aber als unökonomisch zu verwerfen.

9. Durch die Reichenbach-Regulierung.

Dieselbe ist erst in letzter Zeit bekannt geworden, scheint aber manche Vorzüge zu haben. Es werden Gas, Luft und Zündzeitpunkt reguliert, wodurch infolge hoher Kompressionsendspannung ein guter thermischer Wirkungsgrad und infolge frühzeitiger Zündung eine gute Verbrennung auch bei geringer Belastung erreicht werden.

Als letzter Punkt, der zu diesem Kapitel gehört, soll das Anlassen der Viertaktmotoren beschrieben werden.

Da der Gasdruck beim Gasmotor nicht ausreicht, so müssen zum Anlassen der Gasmaschinen andere, mit dem gleichen Betrieb nicht zusammenhängende Kräfte verwandt werden. Bei kleineren Maschinen bis zu 12 PS ist es möglich, die Maschine am Schwungrad von Hand anzudrehen. Da jedoch die Kompressionsarbeit von einem Mann schwer geleistet werden kann, ist an der Steuerwelle eine Einrichtung getroffen, dafs beim Anlassen während eines Teiles der Kompressionsperiode das Auspuffventil geöffnet bleibt. Hierdurch wird es erreicht, dafs die Arbeit des Andrehens verringert wird. Anstatt in die Speichen des Schwungrades zu fassen, kann man auch eine Kurbel verwenden, welche beispielsweise durch Klauenkuppelung mit der Motorwelle verbunden ist. Während des Betriebes wird dieselbe vom Motor nicht mitgenommen.

Statt von Hand kann man auch mit kleinen Gasmaschinen den Motor antreiben, oder man verwendet auch von der Wasserleitung betriebene Turbinen, Wassersäulenmaschinen u. s. w.

Arbeitet die Gasmaschine auf eine Dynamo, so kann man erstere dadurch anlassen, dafs man die Dynamo von einer eventuell vorhandenen Pufferbatterie als Motor treiben läfst, welcher einerseits wiederum die Gasmaschine mitnimmt. Besonders erwähnenswert erscheint uns noch ein Verfahren von Gebr. Körting, wonach die Gasmaschine die letzten Hübe nach Abstellung der Gaszufuhr als Luftkompressor auf einen Windkessel macht. Die so erzeugte Druckluft wird zum Anlassen wieder benutzt. Dieses Verfahren hat den Vorteil der vollständigen Energieersparnis, da nur die letzten Umdrehungen ausgenutzt werden, die sonst nutzlos gemacht würden. Es sind auch Verfahren angewandt, bei denen in einem Totpunkt des Motors durch eine zweite Gasleitung beim Vordrehen des Kolbens der Cylinder gefüllt und das Hubvolumen nach Zurückdrehung gezündet wird. Nach einmal erfolgter Zündung springt der Motor von selbst an.

Diese Schwierigkeiten beim Anlassen, welche dadurch erhöht werden, dafs man eine Gasmaschine nicht belastet in Gang setzen kann, gehören zu den gröfsten Nachteilen dieser Maschinenklasse.

Konstanten zur Berechnung des Acetylen- und carburierten Acetylenmotors.

Die Verbrennungsgleichung des Acetylens lautet:

$$C_2H_2 + 5\,O = 2\,CO_2 + H_2O$$
$$25{,}94 + 79{,}8 = 87{,}78 + 17{,}96.$$

1 g C_2H_2 gebraucht zu seiner Verbrennung 3,08 g Sauerstoff oder 13,3 g Luft

$$1\text{ g } C_2H_2 = 0{,}839\,352 \text{ Liter}$$
$$1{,}293\,187 \text{ g Luft} = 1 \text{ Liter}$$
$$13{,}3 \text{ g Luft} = 10{,}27 \text{ Liter}$$
$$\frac{\text{Acetylen}}{\text{Luft}} = \frac{0{,}84}{10{,}27} = \frac{1}{12{,}2}.$$

Zum Vergleich mit anderen für Verbrennungskraftmaschinen in Verwendung befindlichen Brennstoffen dienen Tabelle I und II. Das volumetrische Verhältnis von Acetylen zu Luft, welches theoretisch zur vollständigen Verbrennung des Acetylens ausreicht, ist demnach $\frac{1}{12{,}2}$. Man wird also keinesfalls einem Acetylenmotor ein reicheres Gasgemisch zuführen, als 1 Teil Acetylen auf 12,2 Teile Luft. Bei der geringen Zeit der Mischung von Acetylen und Luft während des Ansauge- und Kompressionshubes wird es leicht möglich sein, daſs in der unmittelbaren Nähe von einem Teil Acetylen sich nicht 12,2 Teile Luft zur Verbrennung befinden. Der Übelstand, der hierdurch entsteht, ist eine unvollkommene Verbrennung, der Grund hierfür die Inhomogenität des Gemisches, die noch weiter steigen wird, wenn man mehr Luft hinzuführen wird. Durch ein bis zu einem gewissen Grade noch ärmeres Gasgemisch wird aber der Überschuſs an Sauerstoff eine sichere, vollkommene Verbrennung garantieren, wenn diese auch nicht so schnell erfolgt, d. h. wenn die Geschwindigkeit der Zündungsfortpflanzung auch sinkt.

Tabelle I.

1 Volumen	bedarf zur Verbrennung
Kohlenoxydgas, Wasserstoff oder Wassergas	$^1/_2$ Vol. O_2
Methan	2 „ „
Äthylen	$2^1/_2$ „ „
Acetylen und Alkoholdampf	3 „ „
Äther	6 „ „
Benzol	$7^1/_2$ „ „
Pentan (Benzin)	8 „ „
Steinkohlengas . . . etwa	1,2 „ „

Tabelle II.

Art des Gases	In 100 Vol. Luftknallgas sind enthalten		In 100 Vol. der explosiven Mischung sind Vol. theoret. Knallgas	
	Vol. brennb. Gas	Vol. Luft	Untere Grenze	Obere Grenze
Kohlenoxyd	29,6	70,4	24,75	15,78
Wasserstoff	29,6	70,4	14,17	21,16
Wassergas	29,6	70,4	18,80	20,94
Acetylen	7,7	92,3	11,72	14,03
Steinkohlengas	14,9	85,1	17,40	31,15
Äthylen	6,5	93,5	16,40	23,91
Alkohol	6,5	93,5	15,00	24,17
Methan	9,5	90,5	18,30	27,47
Äther	3,4	96,6	19,25	22,61
Benzol	2,7	97,3	19,87	22,25
Pentan	2,6	97,4	21,60	22,47

Über diese Zündungsfortpflanzung bei Acetylen-Luft-Gemischen ist von Berthelot[1]), Vieille, Le Chatelier[2]) und Fenn[3]) ein Zahlenmaterial experimentell festgelegt, welches zeigt, dafs die Zündungsfortpflanzung von den reichsten bis zu den ärmsten Gemischen ausreicht, um in Gasmaschinen Verwendung zu finden, und dafs demnach eine Regulierung der Acetylenmotoren durch quantitativ stets gleichbleibende Luftmengen bei variabler Acetylenzufuhr möglich ist.

Die Tabelle auf Seite 149 (oben) giebt das Zündungsbereich und die Zündungsgrenzen der für Explosionsmotoren verwendeten Brennstoffe.

Der höchste Wirkungsgrad eines Carnotschen Kreisprozesses ist bedingt durch die Gleichung[4]):

$$\eta = 1 - \frac{T_0}{T_1}.$$

Bei den Gasmaschinen ist der Wert der möglichst niedrig zu wählenden Temperaturen T_0 durch die atmosphärische Temperatur gegeben; ebenso wird der T_0 entsprechende Druck im allgemeinen der Druck der Atmosphäre sein. Die in den Cylinder einer Gasmaschine eintretende frische Luft erhitzt sich jedoch einerseits an den Wandungen des Cylinders, andererseits mischt sich dieselbe mit den noch heifsen Verbrennungsrückständen der letzten Arbeitsperiode, wodurch sich die

[1]) Ann. de chim. et de phys. Mai 1900. — [2]) Compt. rend. 1900, S. 1755 ff. — [3]) Progr. Age 1900, S. 544. — [4]) Vergl. auch Musil, Wärmemotoren. 1899. Verlag von Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig.

Anfangstemperatur nicht unwesentlich erhöht, so dafs, wenn t' die Temperatur der Aufsenluft, t'' die Erhitzungstemperatur bezeichnet,

$$T_0 = (t' + t'') + 273^0.$$

Bei $t' = 20^0$ und einem mittleren Werte von $t'' = 100^0$, welcher, soweit Messung und Rechnung ergiebt, als Durchschnittswert normaler Verhältnisse angenommen werden kann, wird $T_0 = 393^0$ absolut.

Der Wirkungsgrad der Maschine hängt also davon ab, wie hoch man mit der Kompressionsendtemperatur gehen kann bei sicherer Vermeidung von Vorzündungen.

Der Kompressionsenddruck beträgt deshalb für

Acetylenmotoren etwa	3	atm
Benzinmotoren etwa	4,5	„
Steinkohlengasmotoren bis etwa	10	„
Spiritusmotoren bis etwa	12	„
Bankimotoren etwa	16,5	„

Man sieht, dafs in dieser Beziehung der Acetylenmotor am ungünstigsten arbeitet.

Wenn man nun nicht allein Acetylen als Betriebsbrennstoff für Motoren verwendet, sondern mit diesem zugleich Benzin, Benzol, Spiritus, Petroleum oder Petroleumäther, so kann man entsprechend mit der Kompression höher gehen, da durch diese Beimengung die Zündungstemperatur steigt. So giebt Caro die Entzündungstemperatur des mit Benzin carburierten Acetylens[1]) zu 582° C. (gegen 480° C. beim reinen Acetylen) an.

Will man diesen erhöhten Kompressionsdruck anwenden, so darf man selbstverständlich nur mit carburiertem Acetylen, überhaupt nicht mehr mit reinem arbeiten, da sonst sicher Vorzündungen eintreten. Jedoch kann man mit reinem Acetylen den Motor anlassen, indem man, wie das auch sonst bei Gasmotoren üblich ist, beim Anlassen während eines Teils des Kompressionshubes das Auspuffventil geöffnet läfst[2]). Unter Benzin versteht man die Destillationsprodukte des Rohpetroleums, welche bei 80 bis 100° C., unter Petroleumäther diejenigen, welche bei 40 bis 50° C., und unter Brennpetroleum diejenigen, welche bei 170 bis 270° C. destillieren.

Dementsprechend werden also auch beim Hinüber- oder Hindurchleiten von Luft durch den Benzinvorrat zuerst die leichtflüchtigen, bei 80° siedenden Stoffe und dann die schwerer flüchtigen verdampfen, ferner hat die beschleunigte Verdampfung des Benzins ein schnelles Sinken seiner Temperatur zur Folge; auch dies hat grofsen Einflufs auf die Gleichmäfsigkeit der Verdunstungsintensität des Benzins. Von einer stets gleichbleibenden Verdunstung kann also in den Carburatoren nicht die Rede sein. Von den leichtflüchtigen Stoffen wird die Luft zu

---

[1]) Über carburiertes Acetylen vergl. oben S. 709 bis 719. — [2]) Vergl. S. 790.

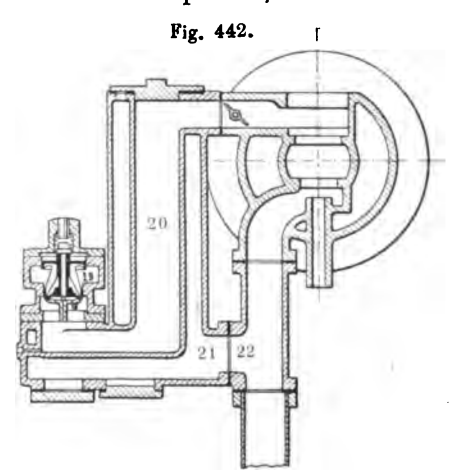
Anfang mehr fortnehmen als von den schwerflüchtigen, und leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe verlangen andere Luftmengen zu ihrer vollkommenen Verbrennung als schwerflüchtige. Beim Anlassen der Motoren, wo die Verdunstung beginnt, wird man andere Luftmengen in den Carburator eintreten lassen müssen als später, wenn der Carburator niedrigere Temperatur angenommen hat.

Mit „Einspritzung" arbeitende Benzinmotoren haben, wie leicht erklärlich, nicht unter der unregelmäfsigen Verdampfung des Benzins zu leiden. Bei ihnen wird von der leichten Verdampfbarkeit, soweit es den „Ladevorgang" des Motors betrifft, überhaupt kein Gebrauch gemacht.

Infolge ihrer Einfachheit und anderer guter Eigenschaften sind die Carburatoren aber dennoch sehr viel in Anwendung, für Fahrzeugmotoren bis heute fast ausschliefslich. Viel hat hierzu beigetragen, dafs die Petroleumraffinerien es sich angelegen sein lassen, ihre Fabrikate immer mehr zu verbessern. Durch engeres Zusammenlegen der Temperaturgrenzen für die Destillation stellen sie heute einen Brennstoff dar, der bis auf den letzten Rest im Carburator verarbeitet werden kann[1]).

Da für stationäre Motoren ein Zerstäuber am angebrachtesten erscheint, weil man dann frei wird von Temperatur, Barometerstand, Feuchtigkeit u. s. w., sei im folgenden ein solcher (von Gebr. Körting)[2]) beschrieben.

Fig. 442.



Körtingsche Einrichtung für Benzin-, Petroleum- und Spiritus-Motoren.

Die Zuflufsleitung des Brennstoffs mündet auf einen Zerstäubungsteller (vergl. Fig. 442), welcher mit einer Kappe versehen ist, so dafs am Umfang nur ein schmaler ringförmiger Schlitz von etwa $^1/_2$ mm Höhe frei bleibt. Das Abschlufsventil (19) für den Brennstoff hat an seinen Führungen eine ringförmige Abschlufsfläche für die Luft und am oberen Ende einen Scheibenkolben, dessen obere Seite mit dem Ansaugeraum des Motors in Verbindung steht. Sobald nun der Kolben anfängt anzusaugen, kommt über dem Scheibenkolben des Abschlufsventils das gebildete Vakuum zur Wirkung, das Abschlufsventil hebt sich, gestattet

[1]) Lieckfeld, Vergleich der Petroleum- und Benzinmotoren 1901. Verlag von R. Oldenbourg, München. — [2]) Ernst Neuberg, Der Spiritusmotor. „Der Motorwagen" 1901, Heft 18.

daher einerseits dem Brennstoff den Austritt, andererseits der Luft durch die ringförmige Öffnung am Zerstäubungsteller den Eintritt in den Cylinder. Der Brennstoff tritt in fein verteilter Form aus dem ringförmigen Schlitz des Zerstäubungstellers, wird durch die einströmende Luft mitgerissen und vollständig zerstäubt, bezw. verdampft. Sobald die Saugwirkung des Kolbens im Motor aufhört, schliefst sich natürlich das Brennstoffventil durch sein Eigengewicht, es arbeitet somit vollkommen selbstthätig. Der Vorratsbehälter, aus welchem der Brennstoff entnommen wird, mufs etwa 2 m über dem Fufsboden des Motorraumes angebracht sein, damit ein genügender Überdruck vorhanden ist. Durch ein Regulierventil läfst sich die ausfliefsende Menge leicht regulieren. Das Gemisch gelangt durch einen Kanal (20), welcher mit einem Mantel (21) umgeben ist, durch das Einlafsventil in den Cylinder. Der Mantel dieses Kanals kann nun mit dem Auspuffrohr durch eine Öffnung (22) in Verbindung gebracht werden; dadurch wird den heifsen Auspuffgasen der Zutritt zu dem Mantel gestattet. Bei Benzin, welches sehr leicht verdampft, ist dies nur in geringem Mafse notwendig, bei Petroleum oder Spiritus dagegen mufs der Kanal sehr stark erhitzt werden, damit eine Verdampfung des zerstäubten Petroleums oder Spiritus eintritt.

Es ist selbstverständlich, dafs man bei Verwendung von carburiertem Acetylen zu motorischen Zwecken (bei der freien Wahl zwischen den oben aufgeführten neun Regulierungsmethoden) vom Regulator auch noch einen Sonderhebel bethätigen lassen kann zur Variation der Menge der carburierenden Flüssigkeit.

Berechnung des Acetylenmotors.

Die Aufgabe, welche die Praxis an den Motorbauer stellt, lautet:

„Es ist ein Motor für eine bestimmte effektive Leistung bei einer bestimmten Umlaufszahl zu konstruieren, welcher als Brennstoff Acetylen verwenden soll[1].“

Der Motorenbesteller verlangt also:

1. Eine bestimmte effektive Leistung.
2. Eine bestimmte minutliche Umdrehungszahl.
3. Als Brennstoff Acetylen.

Das Charakteristische der vorliegenden Berechnung besteht darin, für N_e und n den Cylinderinhalt und die Gröfse des Kompressionsraumes zu finden.

Dabei müssen einige Annahmen gemacht werden, welche näherungsweise für Acetylenmotoren stimmen, ohne physikalisch eindeutig festgelegt zu sein. Zur Annahme dieser Werte sind Zahlen zu Grunde

[1]) Ernst Neuberg, Die Berechnung des Acetylenmotors. Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 323.

gelegt, welche teilweise dem allgemeinen Bau von Verbrennungskraftmaschinen, teilweise den Versuchsresultaten am Acetylenmotor und schliefslich Angaben von Barkow [1]) entnommen sind.

Die Abhängigkeit der indizierten Arbeit N_i für einen im Viertakt arbeitenden Acetylenmotor von der effektiven Arbeit N_e geht aus folgender Gleichung hervor:

$$N_e = \eta_{mech} N_i$$

(η_{mech} ist der mechanische Wirkungsgrad des Motors.)

$$N_i = \frac{n}{2} p_m \frac{f \times s}{60 \times 75} \text{ PS.}$$

Für den Viertaktmotor wird n durch zwei dividiert, weil bekanntlich nur bei jeder zweiten Umdrehung des Motors Arbeit geleistet wird. p_m ist der mittlere Kolbendruck in Atmosphären bezw. in Kilogramm-Quadratcentimetern. f ist die Kolbenfläche in Quadratcentimetern, s der Hub in Metern. $f \times s$ ist demnach das gesuchte Hubvolumen. Um dieses in Kubikcentimetern zu finden, mufs s in Centimetern eingesetzt werden, d. h. die rechte Seite der folgenden Gleichung ist mit 100 zu multiplizieren.

$$\text{Hubvolumen } f \times s \text{ in 1 qcm} = \frac{60 \times 75 \times 100 N_i}{p_m} \frac{1}{\frac{n}{2}}.$$

Da der Motor maximal N_e PS leisten soll, aber auch geringer belastet werden kann, ist eine Regulierung vorzusehen. Bei Verbrennungskraftmaschinen, welche nicht zu elektrischen Lichtzwecken dienen sollen, und dies wird bei Acetylenmotoren einstweilen wegen des dazu zu hohen Carbidpreises nicht zutreffen, wird eine Regulierung durch Aussetzerhübe angewandt. Für diesen Fall tritt in unsere Gleichung für $\frac{n}{2}$ die Zahl der minutlich stattfindenden Zündungen z ein. Ist l die Anzahl der minutlich ausgefallenen Ladungen, so ist

$$\left.\begin{aligned} z &= \frac{n}{2} - l = \frac{n}{2}\left(1 - \frac{2\,l}{n}\right) \\ fs &= \frac{60 \times 75 \times 100 \,.\, N_i}{p_m} \frac{1}{\frac{n}{2}\left(1 - \frac{2\,l}{n}\right)} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

In dieser Gleichung ist nur p_m unbekannt.

Nach Barkow ist

$$p_m = \eta_i K \frac{H}{1 + \alpha} - p_m'' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

---

[1]) Zeitsch. d. Ver. deutscher Ingenieure 1901, Nr. 46.

η_i ist der Völligkeitsgrad des Diagramms.

H ist der untere Heizwert des Acetylens.

α ist das volumetrische Verhältnis am Schlufs des Ansaugehubs $\frac{\text{aus Luft + Verbrennungsrückständen}}{\text{Acetylen}}$.

p''_m ist der mittlere Druck in Periode 1 (Ansaugen) und Periode 4 (Auspuffen) des Viertakts.

$$K = \frac{1}{A}\,\eta_e\left[1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{k-1}\right] \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

A ist das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit.

η_e ist der Gütegrad der Explosion.

ε ist das Verhältnis aus Ansauge- und Kompressionsvolumen.

k ist das Verhältnis der specifischen Wärme bei konstantem Druck und konstantem Volumen.

Für den Acetylenmotor wollen wir folgende Zahlenwerte einführen:

$\eta_i = 0{,}6.$

$H = 12\,160$ kgcal pro Kubikmeter.

$$\alpha = \frac{20\,\frac{21}{2{,}5}}{1} = 28{,}04.$$

$p''_m = 0{,}15$ atm

$$A = \frac{1}{427}.$$

$\eta_e = 0{,}25.$

$\varepsilon = 2{,}5.$

$k = 1{,}405.$

Mit Einsetzung dieser Werte in Gleichung 3 und 2 ergiebt sich

$$p_m = 8{,}15 \text{ atm.}$$

(Der Cuinatsche 6 PS-Motor hat ein p_m von 7,8 atm).

Führen wir diesen Wert von p_m in Gleichung 1 ein, so ergiebt sich näherungsweise allgemein für den Acetylenmotor, wenn H gleich dem Hubvolumen eines Acetylenmotors bei einem Gemisch von $\frac{\text{Acetylen}}{\text{Luft}} = \frac{1}{20}$ und einem Verhältnis von $\frac{\text{Expansionsraum}}{\text{Kompressionsraum}} = 2{,}5$ gesetzt wird

$$H_{ccm} = \frac{60 \times 75 \times 100}{8{,}15}\,N_i\,\frac{1}{\frac{n}{2}\left(1 - \frac{2\,l}{n}\right)}.$$

$$H_{ccm} = 55\,200\,N_i\,\frac{1}{\frac{n}{2}\left(1 - \frac{2\,l}{n}\right)} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

Als Beispiel sei gewählt:

$N_e = 6$ PS.

$n = 200$.

Um den Motor noch etwas überlasten zu können, werde $z = 90$, d. h. $e - 10$ gesetzt.

η_{mech} werde, wie bei guten Steinkohlengasmotoren, gleich 90 Proz. gewählt.

$$N_i = \frac{N_e}{\eta_{mech}} = 6{,}67 \text{ PS.}$$

$$H = 55\,200 \frac{6{,}67}{100\left(1 - \frac{2}{200}\right)} = 4050 \text{ ccm.}$$

Der Kompressionsraum ist demnach $\frac{4050}{2{,}5} = 1620$ ccm.

Hiermit sind die Hauptabmessungen festgelegt. Reguliert wird, wie bereits oben gesagt, durch Aussetzer und gezündet am sichersten elektrisch.

Wirtschaftliche Betrachtungen.

Wie bereits oben [1]) mitgeteilt, kosten:

1000 kgcal, erzeugt durch	Acetylen	7,21 Pfg.
„ „ „ „	Steinkohlengas	2,52 „
„ „ „ „	Benzin	3,81 „
„ „ „ „	Benzol	2,09 „
„ „ „ „	den. 96 proz. Spiritus . . .	3,87 „
„ „ „ „	Water white (Petroleum) . .	2,13 „
„ „ „ „	Elektrizität	18,55 „

Dem Preise nach am günstigsten stellt sich als Carburationsmittel das Benzol. Die Steinkohlengasanstalten carburieren nach folgenden Gleichungen:

1 cbm Steinkohlengas	5000 kgcal
1 „ Wassergas	2500 „
0,8 „ Steinkohlengas + 0,2 cbm Wassergas	4500 „
35 g Benzol + 1 Liter Benzoldampf	338 „
0,8 cbm Steinkohlengas + 0,2 cbm Wassergas + 1 Liter Benzoldampf = etwa 1 cbm Mischgas	4838 „

Man kann daher zum Acetylen für 1 cbm einwandsfrei etwa 80 g Benzol mischen, da die Raumeinheit des Acetylens über doppelt so viel Luft zur Verbrennung gebraucht wie das Mischgas. Es würde sich dann der Preis wie folgt errechnen:

---

[1]) Vergl. S. 770.

1 cbm Acetylen	=	12 161 kgcal	=	87,72 Pfg.
80 g Benzol	=	765 „	=	1,6 „
etwa 1 cbm Benzol-Acetylen	=	12 926 kgcal	=	89,32 Pfg.
		1 000 „	=	6,91 „

das bedeutet eine Verbilligung von etwa 4 Proz.

200 g Benzol auf 1 cbm Acetylen würde etwa dem Spiritus entsprechen, welcher mit 10 Proz., 400 g Benzol auf 1 cbm Acetylen dem, welcher mit 20 Proz. Benzol angereichert ist.

1 cbm Acetylen	=	12 161 kgcal	=	87,72 Pfg.
200 g Benzol	=	1 913 „	=	4,0 „
etwa 1 cbm Benzol-Acetylen	=	14 074 kgcal	=	91,72 Pfg.
		1000 „	=	6,52 „
		(Verbilligung etwa 10 Proz.)		

1 cbm Acetylen	=	12 661 kgcal	=	87,72 Pfg.
400 g Benzol	=	3 825 „	=	8,0 „
etwa 1 cbm Benzol-Acetylen	=	15 986 kgcal	=	95,72 Pfg.
		1000 „	=	5,98 „
		(Verbilligung etwa 17 Proz.)		

Der Beimengung von 80 g Benzol zum Acetylen stehen keine technischen Schwierigkeiten im Wege. Ob eine weitere Carburation wegen der Rufsentwickelung der Benzolflamme möglich ist, bedarf der Bestätigung.

Als Kostenvergleich zwischen den einzelnen 4 PS-Motoren des Kleingewerbes[1]) diene die nachstehende Rechnung.

Als Gesamtbetriebskosten sollen in Rechnung gezogen werden:

1. Die Gas- oder Stromkosten.
2. Die Amortisationskosten.
3. Die Kosten für Schmierung und Putzmaterial.

Da eine Rückkühlanlage bei den Amortisationskosten in Betracht gezogen wird, sollen Kosten für Kühlwasser nicht berücksichtigt werden, da dieselben bei Verbrennungskraftmaschinen ganz minimale sind.

Die Gas- oder Stromkosten richten sich einerseits nach den Tarifen der einzelnen Gas- und Elektrizitätswerke bezw. nach dem Preise für Calciumcarbid, andererseits nach dem Wirkungsgrade der Motoren.

Über die Energieaufnahme der einzelnen Motoren als Funktion der Belastung berichtet Tabelle I.

---

[1]) Ernst Neuberg, Der Wettbewerb des kleinen Gasmotors gegen den Elektromotor. „Die Gasmotorentechnik" 1901, Nr. 8.

Tabelle I[1]).

Energieaufnahme pro Stunde beim 4 PS-Motor.

Leistung	Acetylenmotor in cbm	Gasmotor in cbm	Gleichstrommotor in KW. u. Stunde	Drehstrommotor in KW. u. Stunde	Wechselstrommotor in KW. u. Stunde
Leerlauf	0,309	0,75	0,54	0,33	0,45
0,25 Bremspferde	0,350	0,85	0,65	0,57	0,62
0,50 "	0,412	1,0	0,83	0,78	0,86
1,0 "	0,494	1,2	1,21	1,16	1,32
2,0 "	0,658	1,6	2,00	1,89	2,14
3,0 "	0,781	1,9	2,79	2,68	3,00
4,0 "	0,987	2,4	3,84	3,58	4,00

Die Amortisationskosten für eine Betriebsstunde sind abhängig vom Anschaffungspreis und der Betriebsdauer. Nach Schäfer[2]) kann man beim Gasmotor in Klein- und Mittelstädten rund 1000 Betriebsstunden jährlich annehmen. Die mittlere jährliche Benutzungsdauer der an deutsche Zentralen angeschlossenen Elektromotoren beträgt dagegen nach der von der Vereinigung der Elektrizitätswerke herausgegebenen Statistik zumeist 400 bis 600 Stunden, im günstigsten Fall 2082 Stunden, im ungünstigsten 151.

Für die folgenden Berechnungen soll für Verbrennungskraftmaschinen und Elektromotoren eine jährliche Betriebsstundenzahl von 1000 angenommen werden, da ein Vergleich nur möglich ist, wenn die Motoren unter gleichen Bedingungen arbeiten.

Der grofse Vorzug des Elektromotors vor dem Verbrennungsmotor besteht darin, dafs derselbe in einem weiten Bereich einen Nutzeffekt hat, der nicht wesentlich geringer ist als der maximale, während der Wirkungsgrad des Gasmotors mit der Gröfse der Belastung wächst. bei halber Belastung beispielsweise wesentlich geringer ist als bei Vollbelastung. Um diesem grofsen Vorteil des Elektromotors gerecht zu werden, soll nur dann der Gasmotor in der Ökonomie dem Elektromotor als überlegen gelten, wenn das arithmetische Mittel aus Gesamtbetriebskosten bei halber und voller Belastung für den Gasmotor geringer ist als für den Elektromotor.

Die Anschaffungskosten für Motore nebst Zubehör gehen aus Tabelle II hervor[3]). In dieselbe sind die durchschnittlichen Marktpreise eingesetzt. Die Anschaffungskosten für den Elektromotor sind nicht halb so hoch wie für den Gasmotor. Ein weiterer Vorzug des Elektro-

[1]) Ernst Neuberg, Die Wirtschaftlichkeit des Acetylenmotors. Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 315. — [2]) Franz Schäfer, Die Wärme- und Kraftversorgung deutscher Städte durch Leuchtgas. Seperatabdruck aus dem Jour. f. Gasbel., 1901. Verlag von R. Oldenbourg, München. — [3]) Vergl. Ernst Neuberg, Der Acetylenmotor. Pariser Kongrefs, 1900.

motors, dafs er weniger Platz in Anspruch nimmt als der liegende Gasmotor, wird von dem stehenden Gasmotor geteilt, dessen Anschaffungskosten über 4 Proz. billiger sind. Jedoch ist die Ökonomie desselben um etwa 11,8 Proz. schlechter als die der liegenden Type.

Tabelle II.

Anschaffungskosten von 4 PS-Motoren.

Preise in Mark von

Liegenden Acetylenmotoren	Liegenden Steinkohlengas-, Benzin-, Petroleum-, Spiritusmotoren	Gleichstrommotoren	Drehstrommotoren	Wechselstrommotoren
inkl. gufseisernem Fundament und Kühlanlagen		inkl. Anlasser		
2515	2335	1000	1010	1085

Hieraus errechnet sich bei 1000 jährlichen Betriebsstunden die Amortisations- und Zinsenquote von 10 Proz. für den

Acetylenmotor . . . . = 25,15 Pfg.
Steinkohlengas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmotor . . . . = 23,35 "
Gleichstrommotor . . . . = 10,00 "
Drehstrommotor . . . . = 10,10 "
Wechselstrommotor . . . . = 10,85 "

Erfahrungsgemäfs betragen pro PS und Stunde die Kosten für Schmierung und Öl beim

Acetylenmotor . . . . = 1,6 Pfg.
Steinkohlengas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmotor . . . . = 0,9 "
Gleichstrommotor . . . . = 0,5 "
Drehstrommotor . . . . = 0,5 "
Wechselstrommotor . . . . = 0,5 "

Für eine mittlere Belastung zwischen 2 und 4 PS soll gerechnet werden pro Betriebsstunde an Öl und Schmierungskosten:

Acetylenmotor . . . . = 4,8 Pfg.
Steinkohlengas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmotor . . . . = 2,7 "
Gleichstrommotor . . . . = 1,5 "
Drehstrommotor . . . . = 1,5 "
Wechselstrommotor . . . . = 1,5 "

Da die Bedienungskosten für derartig kleine Motoren sehr geringe sind, sollen sie nicht berücksichtigt werden und auch für den Acetylen-

motor kein höherer Preis für die Bedienung des Acetylenapparates gerechnet werden, weil angenommen wird, dafs derselbe auch für Lichtzwecke benutzt wird und hierfür ein entsprechend höherer Aufschlag stattfinden kann. Die Energiekosten pro Betriebsstunde betragen daher für den

Acetylenmotor	= 72,15	Pfg.
Acetylen-Benzol (400 g für 1 cbm)-Motor	= 59,80	„
Steinkohlengasmotor	= 24,66	„
Benzinmotor	= 37,20	„
Spiritusmotor	= 38,00	„
Petroleummotor	= 20,90	„
Gleichstrommotor	= 46,70	„
Drehstrommotor	= 43,60	„
Wechselstrommotor	= 49,10	„

Es ist das arithmetische Mittel gerechnet aus dem Konsum für 2 und 4 PS. Für die mit flüssigem Brennstoff betriebenen Motoren ist ein gleicher Nutzeffekt gerechnet wie für den Gas- und Acetylenmotor, was der Praxis ungefähr entspricht.

Demnach betragen pro Betriebsstunde die Gesamtkosten für den

Acetylenmotor	= 102,10	Pfg.
Acetylen-Benzol (400 g für 1 cbm)-Motor	= 89,75	„
Steinkohlengasmotor	= 50,71	„
Benzinmotor	= 63,25	„
Spiritusmotor	= 64,05	„
Petroleummotor	= 46,95	„
Gleichstrommotor	= 58,20	„
Drehstrommotor	= 55,20	„
Wechselstrommotor	= 61,45	„

Als Schlufsresultat sei noch gegeben:

Die Gasmotoren kosten pro PS und Stunde für 4 PS-Motoren bei einer mittleren Belastung von etwa 3 PS

Acetylenmotor	= 34,00	Pfg.
Acetylen-Benzin (400 g für 1 cbm)-Motor	= 29,92	„
Steinkohlengasmotor	= 16,90	„
Benzinmotor	= 21,08	„
Spiritusmotor	= 21,35	„
Petroleummotor	= 15,65	„
Gleichstrommotor	= 19,40	„
Drehstrommotor	= 18,40	„
Wechselstrommotor	= 20,48	„

IV. Besondere Anwendungen des Calciumcarbides und Acetylens.

In der ersten Zeit nach dem Auftauchen des technischen Calciumcarbides auf dem Markte erwartete man davon bedeutende Ergebnisse für die verschiedenen chemisch-technischen Industrien. Man versprach sich von dem auf billigem Wege herstellbaren und gemäfs seiner chemischen Struktur äufserst reaktionsfähigen Acetylen alle möglichen Synthesen und technisch-chemischen Fabrikationen. Nur wenig hat sich bisher von diesen Hoffnungen erfüllt; die zahlreichen, in dem Kapitel „Chemie des Acetylens“ [1]) erwähnten interessanten Reaktionen sind in ihrer überwiegenden Mehrzahl bisher ohne jede industrielle Ausbeutung geblieben, und wir können in diesem Kapitel, welches der technischen Anwendung des Calciumcarbides zu anderen Zwecken als zur Beleuchtung, Heizung oder Krafterzeugung gewidmet ist, nur über wenige wirklich praktisch durchgeführte Verfahren berichten.

Kohlenstoffgewinnung aus Acetylen und Carbid.

Der durch Zersetzung reinen Acetylens erzeugte Rufs ist nach Mitteilungen von Ludwig [2]), sowie von Hubou [3]) und Jos. Depierre [4]) von aufserordentlicher Schwärze, Reinheit (99,2 Proz. Kohlenstoff) und Zartheit, vermischt sich gut mit Wasser, Öl, Leimlösung, Eiweifs und Firnissen und läfst sich vorzüglich verreiben. Im Jahre 1896 ist den Farbenfabriken Berger u. Wirth in Leipzig ein Verfahren zur Rufsbereitung [5]) aus Acetylen patentiert, das auf einer teilweisen Verbrennung des Acetylens (Blakverfahren) beruhte und von dieser Firma industriell ausgebeutet ist. Ein Verfahren zur Herstellung von Acetylenrufs durch Zersetzung luftfreien Acetylens im komprimierten Zustande mit Hilfe des elektrischen Funkens stammt von Hubou [6]). Dasselbe hat bislang nur beschränkte Anwendung in der Praxis gefunden, während ein Verfahren zur Gewinnung von Kohlenstoff als Graphit aus Acetylen oder

---

[1]) S. 156 bis 198. — [2]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 61. — [3]) Journ. de l'Acétylène 1902; Engineering and Mining Journ. 66, 35. D. R.-P. 103 862, franz. Pat. 271 894. — [4]) Jahresber. d. Industriellen-Ges. v. Mülhausen für d. Jahr 1901. — [5]) D. R.-P. 92 801 vom 25. Okt. 1896. — [6]) D. R.-P. 103 862 vom 16. Juni 1898.

Carbid durch Erhitzen mit einer wässerigen Lösung von Wasserstoffsuperoxyd auf 150° C. unter einem Druck von 5 Atm. überhaupt unausführbar sein dürfte. Auch eine Anregung, Kohlenstoff durch Einwirkung von Chlor auf Calciumcarbid zu gewinnen, ist nicht zur Ausführung gelangt.

Dagegen scheint ein Verfahren von Adolph Frank[1]) und N. Caro eine bessere industrielle Anwendung zu ermöglichen und zwar auch für solche Gebiete, bei denen die Preislage die Verwendung teurerer Marken nicht gestattet. Danach wird Kohlenstoff durch teilweise Oxydation von Acetylen durch Kohlensäure oder Kohlenoxyd erhalten[2]). Die Ausbeute gestaltet sich dabei besonders günstig, weil auch der Kohlenstoff aus der Kohlensäure bezw. dem Kohlenoxyd mit gewonnen wird. An Stelle des Acetylens kann man auch direkt Carbid benutzen[3]). Je nach der Arbeitsweise kann man Rufs oder Graphit gewinnen. Das Verfahren gestattet vielseitige Verwendung. Neben der Rufsdarstellung und Graphitbereitung kann es überall da benutzt werden, wo es darauf ankommt, fein verteilten Kohlenstoff in möglichst reaktionsfähiger Form zu verwenden, wie z. B. beim Cementieren des Eisens, zur Härtung von Stahl, zur Herstellung von Tulasilber u. s. w.

Neuerdings ist auch unter Bezugnahme auf die aufsergewöhnliche Reinheit und stets gleichbleibende Zusammensetzung des Acetylenrufses dessen Verwendung zur Herstellung von Tinte und Druckerschwärze warm empfohlen worden[4]).

Anwendung des Carbides als Reduktionsmittel.

Untersuchungen von Moissan[5]), Warren[6]), Tarugi[7]), Geelmuyden[8]) ergaben, dafs viele Metalloxyde durch Carbid zu reduzieren sind, wobei entweder Metalle oder Metallcarbide oder auch Legierungen des Metalls mit Kalk entstehen. Eingehend sind diese Verhältnisse durch Fr. v. Kügelgen[9]) untersucht. Er arbeitete vornehmlich mit Oxyden und Chloriden des Kupfers und Bleies und gewann diese Metalle vermischt mit Kohlenstoff bei Temperaturen bis zu 1400° C. durch Reduktion mit Calciumcarbid. Später dehnte er seine Versuche auch auf andere Metallverbindungen, sowie auf Alkalimetalle und Verbindungen des Magnesiums aus. Auf Grund seiner Untersuchungen sprach er sich dahin aus, dafs das Calciumcarbid als Reduktionsmittel im Laboratorium nicht ohne Wert sein werde. In der Technik könne es vorläufig nur da in Betracht kommen, wo eine hohe Ausbeute die Reduktion auf diesem Wege lohnend gestalte, z. B. bei der Reindar-

---

[1]) D. R.-P. 112416 vom 18. März 1899 von Dr. A. Frank; vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. **4**, 199. — [2]) Vergl. S. 182. — [3]) Vergl. S. 19. — [4]) Medizinische Woche 1903, Nr. 40. — [5]) Soc. Chim. de Paris **19** (1898), 870. — [6]) Chemical News **75**, 2. — [7]) Gazz. Chim. ital. **29**, 509. — [8]) Compt. rend. **130**, 1026. — [9]) Ztsch. f. Elektrochemie **7**, 541, 567, 573.

stellung in metallurgischen Betrieben, wie zur Reduktion von Nickeloxydul oder von Wismutoxychlorid.

Die Firma Siemens & Halske in Berlin hat nach einem von Frölich[1]) mitgeteilten Verfahren Legierungen von Metallen hergestellt, indem sie Chloride oder Oxyde der betreffenden Metalle mit Calciumcarbid behandelte. Frölich versprach sich davon namentlich für die Behandlung von Erzlagern, deren Ausnutzung wegen Mangel an Brennmaterial oder wegen hoher Transportkosten bisher auf Schwierigkeiten stiefs, grofse Erfolge. Im Grofsbetriebe ist das Verfahren[2]) bislang nicht zur Ausführung gelangt; allem Anschein nach, weil mit demselben eine lohnende Verwendung nicht zu erzielen ist. So kommt namentlich B. Neumann[3]) zu dem Ergebnis, dafs das Carbidverfahren bei der Verarbeitung von Mischerzen dem gewöhnlichen Hüttenprozefs gegenüber keinerlei Vorteile biete, vielmehr gröfsere Unkosten und gröfsere Nachteile aufweise. Infolgedessen hat sich zwischen Neumann und v. Kügelgen eine umfangreiche Diskussion entwickelt, in welcher letzterer die Richtigkeit der Neumannschen Darlegungen angreift[4]).

Herstellung von Cyaniden.

Adolph Frank und N. Caro haben gefunden[5]), dafs durch Einwirkung von Stickstoff und Wasserdampf auf die Carbide der Erdalkalien bezw. Alkalien bei nicht zu hoher Temperatur (etwa bei Rotglut) der Stickstoff von dem Carbid unter Bildung von Cyanid aufgenommen wird. Bei gleichzeitiger Mitanwendung von Eisen oder dessen Verbindungen entstehen Ferrocyanverbindungen. An Stelle des freien Stickstoffs kann man auch chemisch gebundenen Stickstoff anwenden, wodurch die Benutzung von Wasserdampf entbehrlich wird[6]). Ebenso ist letzteres der Fall, wenn man dem Reaktionsgemisch noch irgendwelche Oxyde bezw. Oxydhydrate, Carbonate, Sulfate u. s. w., wenn auch in sehr geringen Mengen, hinzufügt, bezw. ein solches Carbid benutzt, welches letztere schon, wie das gewöhnliche Handelscarbid, in geringen Mengen enthält[7]). Bei der praktischen Ausführung des Verfahrens ergab sich, dafs bei der Ausbreitung des Carbides in dünnen Schichten und Anwendung erhöhter Temperatur (Dunkelrotglut bis Weifsglut) unter Abscheidung von Kohlenstoff Cyanamide gebildet werden, welche gleichfalls in Cyanide umgewandelt werden können[8]).

Zwecks Ausnutzung dieser Erfindungen hat sich im Jahre 1901 unter Führung von Siemens & Halske in Berlin die „Cyanidgesell-

[1]) Chem.-Ztg. **1901**, 418; vergl. auch die Arbeit von Neumann (Chem.-Ztg. **1900**, Nr. 93), „Calciumcarbid u. Siliciumcarbid als Reduktionsmittel f. Metalloxyde, Salze u. Erze". — [2]) Vergl. auch D. R.-P. 120 969. — [3]) Chem.-Ztg. **26**, 716. — [4]) Ebenda 984, 1108; **27**, 743; ferner Ztsch. f. Elektrochemie **1903**, 411. — [5]) D. R.-P. 88 363 vom 31. März 1895. — [6]) D. R.-P. 92 587 vom 1. Dezember 1895. — [7]) D. R.-P. 95 660 vom 31. März 1895. — [8]) Frank u. Caro, D. R.-P. 108 971 u. 116 087, beide vom 16. Juni 1898, sowie Nr. 116 088 vom 24. Juni 1898.

schaft" gebildet, über deren weitere Arbeiten Gg. Erlwein[1]) berichtet hat. Die von dieser Gesellschaft hergestellten Produkte dürften berufen sein, in der Technik eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen. Sie werden voraussichtlich von den Ländern aus zu einer kommerziellen Entwickelung gelangen, denen billige Wasserkräfte zur Erzeugung der dabei erforderlichen elektrischen Energie zur Verfügung stehen.

Herstellung von Amidocyaniden (Stickstoffdünger).

Im Verlaufe des weiteren Ausbaues der vorbeschriebenen Verfahren von Frank und Caro zur Herstellung von Cyaniden bezw. Cyanamiden zeigte es sich, dafs, wenn man das Carbid des Calciums benutzt, Cyan überhaupt nicht oder nur in sehr geringen Mengen entsteht, dagegen unter Abscheidung von Kohlenstoff Calciumcyanamid gebildet wird. Diese letztere Verbindung, die von der vorerwähnten Cyanidgesellschaft fabrikmäfsig hergestellt und als „Kalkstickstoff" bezeichnet wird, dürfte von weittragendster Bedeutung werden, da sich dieselbe, wie Adolph Frank[2]) mitteilt und Gerlach und Wagner bestätigen, als Stickstoffdünger bewährt hat. Bei Düngungsversuchen, welche von P. Wagner in Darmstadt und M. Gerlach in Posen seit dem Frühjahr 1901 in grofser Zahl und unter mannigfachen Variationen sowohl in Vegetationsgefäfsen als auch auf freiem Lande angestellt wurden, trat der Stickstoff des Calciumcyanamids schnell in Wirkung und hat sich dessen hoher Düngewert gezeigt, indem eine Ausnutzung desselben im Vergleich zum Stickstoff des Chilisalpeters bis zu 96 Proz. erzielt wurde. Auch Liechti in Bern hat bei Haferkulturen sehr gute Resultate[3]) mit dem Kalkstickstoff erzielt, indem dabei dessen vollständige Gleichwertigkeit mit dem Stickstoff des schwefelsauren Ammoniaks festgestellt wurde.

Durch die Frank-Caroschen Erfindungen ist also das Jahrzehnte hindurch vergeblich gesuchte Problem der Nutzbarmachung des freien Stickstoffs der Luft für die Pflanzenernährung gelöst[4]), und zwar, wie ausdrücklich hervorgehoben sei, nach Mitteilungen von Frank auf rentable Weise. Angesichts der ungeheuren Aufnahmefähigkeit der Landwirtschaft für Stickstoffdünger wird möglicherweise die Darstellung des Kalkstickstoffs von weit gröfserer Bedeutung werden können als diejenige des Calciumcarbides zur Acetylengewinnung. Auch O. Sandmann[5]) hat die Stickstoffbindung durch Calciumcarbid näher studiert und durchweg die von Frank und Caro erhaltenen Resultate bestätigen können.

---

[1]) Vortrag auf dem V. Internationalen Kongrefs f. angew. Chem. zu Berlin 1903; vergl. auch Ztsch. f. angew. Chem. **16**, 520. — [2]) Vortrag auf dem V. Internationalen Kongrefs f. angew. Chem. zu Berlin 1903; vergl. auch Gerlach und Wagner, Deutsche Landwirtschaftliche Presse **30**, Nr. 42; ferner Wagner, Hessische Landwirtschaftl. Ztsch. **1903**, Nr. 27. — [3]) Chem.-Ztg. **27**, 979. — [4]) Vergl. auch Walther Löb, Die Umschau **7**, 229. — [5]) Acet. i. Wiss. u. Ind. **6**, 137.

Verwendung des Carbides und des Acetylens zur Bekämpfung tierischer und pflanzlicher Parasiten im Feld- und Gartenbau.

Jahrelang sind namentlich in Frankreich eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, um mit Hilfe des Calciumcarbides, sowie auch der bei der Acetylenerzeugung sich ergebenden Rückstände tierische und pflanzliche Parasiten zu töten. So haben Chuard im Jahre 1896 und F. Vassilière[1]) von 1897 bis 1900 namentlich die Reblaus auf diese Weise zu vertreiben gesucht. Ihre teilweise erfolgreichen Versuche haben sie zu der Folgerung veranlafst, dafs weder dem Carbid noch dem daraus etwa entwickelten Acetylen die beobachtete Wirkung zuzuschreiben ist, sondern den Verunreinigungen des letzteren (Phosphorwasserstoff und Ammoniak). Es erscheint indessen höchst unwahrscheinlich, dafs dies zutreffend ist[2]), vielmehr dürfte die Wirkung lediglich dem Acetylen zuzuschreiben sein, eine Annahme, die durch einen im Jahre 1901 von einem Weingutsbesitzer in Frankreich gemachten erfolgreichen Versuch[3]) bestätigt wird, bei welchem durch eine wässerige Lösung von Acetylengas ein Abtöten zahlreicher Raupen bewirkt wurde.

Im Anschlufs hieran seien Versuche erwähnt, bei welchen im Jahre 1902 auf Veranlassung der Königl. Lehranstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh. durch Benutzung einer Acetylenlampe mit Scheinwerfer von etwa 300 Normalkerzen Lichtstärke grofse Mengen des in Weingärten so sehr gefürchteten Heu- und Sauerwurmes eingefangen wurden.

Anwendung des Calciumcarbides zu Rettungs-, Signal- und Bergungsverfahren in der Schiffahrt.

Mehrfach ist vorgeschlagen, Carbid zur Füllung von Schwimmgürteln, Rettungsringen, überhaupt von Apparaten zum Tragen im Wasser, zu benutzen, indem eine Vorrichtung den Zutritt von Wasser zum Carbid gestattet, sobald der mit letzterem versehene Gegenstand ins Wasser geworfen wird, so unter anderen von Matignon[4]). Auf dem gleichen Grundgedanken beruht die Anwendung des Carbides zum Heben gesunkener Schiffe. Diesbezügliche Verfahren sind von Matignon, sowie ferner von G. Nielsen[5]) ausgearbeitet. Das Nielsensche Verfahren ist von O. Flamm[6]) sehr günstig beurteilt worden.

Mit Erfolg ist ferner versucht worden, das Acetylenlicht für Leuchtbojen zu Rettungs- und Signalzwecken zu benutzen, so namentlich von

---

[1]) Journ. d'Electrolyse 1901; vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. 5, 125. — [2]) Vergl. auch J. H. Vogel, Acet. i. Wiss. u. Ind. 5, 36. — [3]) Mitteilungen über Weinbau u. Kellerwirtschaft 1901, Nr. 9. — [4]) Engl. Patent Nr. 20324 vom 14. September 1896; vergl. ferner „Invention“ vom 20. März 1897, sowie Panaotovic, Calciumcarbid u. Acetylen, S. 89; ferner Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 417. — [5]) D. R.-P. Nr. 5621. — [6]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 343.

Wiese und Gröschner[1]) in Hamburg. Eine gleichartige Erfindung von W. J. Murphy[2]) in London scheint dagegen ohne Erfolg geblieben zu sein. Selbstthätig oder durch Fernleitung sich entzündende Leuchtgeschosse bezw. Nachtbojen mit Acetylen haben Lewes[3]), Wilson und Turnball[4]) und W. H. Rose[5]) konstruiert. Als Explosivstoff zum Füllen von Geschossen und Torpedos ist das Calciumcarbid von M. v. Loock[6]) empfohlen.

Verwendung des Acetylens zum Löten.

Das Acetylen läfst sich unter Zuhilfenahme von Prefsluft in hervorragender Weise zum Löten verwenden. Man bedient sich dazu einer Lötpistole oder auch eines Lötkolbens. Durch eine Acetylenlötpistole mit $^1/_3$ Atm. Prefsluft hat Herzfeld[7]) Temperaturen von 1730 bis 1775° C. mit Leichtigkeit erreicht. Heil hat schon mit der gewöhnlichen Acetylenblauflamme Platin mit 25 Proz. Iridium glatt geschmolzen. Die Benutzung von Acetylenlötkolben, bei denen die Prefsluftzuführung nicht durch eine besondere Leitung (Schlauchhahn) erfolgt, die nötige Luft zur Erzeugung der Blauflamme vielmehr selbstthätig wie beim gewöhnlichen Glühlichtbrenner angesogen wird, ist nicht zu empfehlen, weil leicht ein Zurückschlagen der Flamme und ein Verrussen stattfindet, auch zu lange Zeit vergeht, ehe die Kolben heifs werden. Durch die Zuführung von Prefsluft kann man eine weit wirksamere Bunsenflamme erzeugen. Einen Acetylenlötkolben[8]) für ein unter Druck zu verbrennendes Acetylen-Luft-Gemisch haben Camozzi & Schlösser in Frankfurt a. M. konstruiert. Besonders gute Erfolge hat Bourgerel[9]) mit einem Gemenge von Acetylen, komprimierter Luft und Sauerstoff unter Druck erzielt. Die dabei erzielte Temperatur soll angeblich derjenigen des elektrischen Lichtbogens gleichgekommen sein. Platin war darin innerhalb weniger Sekunden zum Schmelzen zu bringen. A. Janet[10]) hat mit besonders konstruierten Acetylen-Sauerstoff-Brennern mit Leichtigkeit Eisenblech geschweifst, wobei er sich des gelösten Acetylens[11]) bedient, das er unter Druck austreten läfst. Auch Fouché[12]) hat mit einem auf gleicher Grundlage beruhenden Verfahren in neuester Zeit über vorzügliche Resultate berichtet. Sein Verfahren unterscheidet sich von allen anderen dadurch vorteilhaft, dafs er nicht unter erhöhtem Druck arbeitet. Mit Hilfe eines besonders konstruierten Lötrohres kommt er mit dem Druck eines gewöhnlichen Acetylenentwicklers aus (80 bis 120 mm Wassersäule).

---

[1]) D. R.-P. Nr. 120916; vergl. auch Ztsch. f. Calc. u. Acet. 4, 455; sowie dieses Handbuch, S. 742. — [2]) Engl. Pat. Nr. 3747 vom 20. Februar 1899. — [3]) Engl. Pat. Nr. 24365 vom Jahre 1896. — [4]) Engl. Pat. Nr. 9718 vom Jahre 1899. — [5]) Engl. Pat. Nr. 15249 vom Jahre 1899. — [6]) Engl. Pat. Nr. 6461 vom Jahre 1897. — [7]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 32. — [8]) Ztsch. f. Heiz.-, Lüft.- u. Wasserl.-Techniker 4 (1900), 212. — [9]) L'acétylèniste 1900, No. 45. — [10]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 5, 277. — [11]) Vergl. oben S. 752. — [12]) Le Génie Civil 43, 340.

Das Verfahren wurde den Teilnehmern der V. Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins zu Eisenach am 26. Oktober 1903 von den Herren Hublin-Paris und Dujardin-Düsseldorf in der Praxis vorgeführt und von den dabei anwesenden Sachverständigen günstig beurteilt.

Verwendung des Acetylens als Brenngas im Laboratorium.

Als Brenngas im Laboratorium hat das Acetylen vielfach Anwendung gefunden. Bei Benutzung in einem gut konstruierten Bunsenbrenner ist es dem Steinkohlengas hierfür nach mehrfacher Richtung hin überlegen. Die hohe Temperatur der Acetylenblauflamme gestattet nicht die Verwendung von Messingnetzen, weil solche in wenigen Minuten durchschmelzen, dagegen haben sich mit Asbest überzogene Eisennetze gut bewährt. Ein guter Acetylenbunsenbrenner mufs sich bei offener Luftzufuhr anzünden lassen, ohne zurückzuschlagen, vollständig blau brennen, Druckschwankungen aushalten, ein Kleinstellen der Flamme gestatten und keinen Rufs auf kalten Gegenständen absetzen, da bei unvollständiger Verbrennung des Acetylens damit erhitzte Platingefäfse brüchig werden. Acetylenbunsenbrenner, welche diesen Anforderungen nach jeder Richtung hin genügen, liefert u. a. die Firma Kaehler & Martini[1]) in Berlin. Mit der einfachen Acetylenblauflamme in diesen Brennern kann man fast alle diejenigen Arbeiten ausführen, welche bei Benutzung anderer Gasarten nur unter Zuhilfenahme eines Gebläses verrichtet werden können, wie z. B. Austreiben der letzten Reste Kohlensäure aus kohlensaurem (oxalsaurem) Kalk bei der quantitativen Kalkbestimmung[1]), Aufschliefsung von Silikaten mit Soda, zinnhaltiger Erze mit Soda und Schwefel[2]) u. s. w. Besonders geeignet ist die Acetylenblauflamme für Oxydationsarbeiten bei Vorprüfungen mit der Glasperle und dem Lötrohr[2]). Für Gebläsearbeit ist sowohl die leuchtende wie die nicht leuchtende Acetylenflamme zu gebrauchen. Carlson benutzt im Laboratorium zur Erzielung hoher Temperaturen mit Acetylen drei- bis fünffache Bunsenbrenner, Gebläse, Verbrennungsöfen u. s. w. mit andauernd gutem Erfolge. Selbstredend ist dabei auf möglichst sorgsame Reinigung des Acetylens zu achten[3]).

Eine Vorrichtung zur Beheizung von Muffelöfen und Schmelzöfen mit Acetylen hat Schwirkus[4]) konstruiert. Zur Erreichung der höchsten Temperaturen in denselben verwendet er ein Hochdruckgebläse, welches die Verbrennungsluft mit etwa 0,5 Atm. Überdruck zuführt. Auch die Deutsche Gold- und Silber-Scheide-Anstalt in Frankfurt a. M. hat einen Acetylenschmelzofen konstruiert[5]). In demselben läfst sich eine Temperatur von 1300° C. erzielen und ist er für Schmelz- und Cupol-Arbeit bei Goldbestimmungen ausgezeichnet verwertbar.

[1]) Briefliche Mitteilung des Herrn Birger Carlson an den Herausgeber vom 5. März 1902. — [2]) Caro, Originalmitteilung. — [3]) Vergl. auch Herzfeld, Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 31. — [4]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 1. — [5]) Jahrb. f. Acet. u. Carb. 2, 127.

V. Wirtschaftlicher Teil.

Kosten der Acetylenbeleuchtung [1]).

Neben den Rücksichten auf Schönheit, Hygiene und Bequemlichkeit der Herstellung spielt bei der Auswahl und Schätzung einer Beleuchtung insbesondere auch die Frage der Kosten eine wichtige Rolle, zumal da, wo die Beleuchtung einen Teil der Produktionsmittel bildet, wie bei gewerblichen Anlagen, und wo sie selbst Gegenstand des Erwerbes ist, wie bei Zentralen.

In den ersten Anfängen der Acetylenindustrie, in der Zeit der übertrieben optimistischen Anschauung von der Zukunft des Acetylens wurden nicht nur in den Preislisten beteiligter Firmen, sondern auch in wissenschaftlichen Vorträgen und Abhandlungen allzu günstige Berechnungen über die Kosten der Acetylenbeleuchtung aufgestellt. Dabei ging man in der Regel nicht von den damaligen Carbidpreisen aus, welche befriedigende Resultate nicht ermöglichten, sondern man nahm in der Regel zur Voraussetzung, dafs die Preise des Carbids sich für den Konsumenten in sehr kurzer Zeit [2]) bis auf 250 Mk. für 1000 kg ermäfsigen würden, und legte diese Preise dann den Berechnungen zu Grunde. Ferner liefs man geflissentlich oder aus Unkenntnis Beträge für die Amortisation der Anlage, den Verbrauch an Brennern, die Kosten der Bedienung u. s. w. aufser Betracht [3]).

---

[1]) Vergl. auch S. 695 u. S. 718. Hier ist nur die Anwendung des Acetylens zu Beleuchtungszwecken berücksichtigt; über die Kosten der Heizung und des Motorenbetriebes vergl. S. 771 u. S. 799. — [2]) Diese Voraussetzung hat sich insofern als zutreffend erwiesen, als jetzt (Herbst 1903), nachdem also etwa acht Jahre seit den ersten Anfängen der Acetylenindustrie vergangen sind, thatsächlich ein Preis von 250 Mk. für 1000 kg als normaler Durchschnittspreis angesehen werden kann, mit dem, sofern nicht unvorhergesehene Ereignisse eintreten, vermutlich für längere Zeit gerechnet werden kann. — [3]) Einige Literaturangaben finden sich in Panaotovic, Calciumcarbid und Acetylen, Leipzig 1897, 43 bis 46; ferner in Dr. Franz Peters, Fortschritte der angewandten Elektrochemie und der Acetylenindustrie im Jahre 1898, Stuttgart 1899, 199, 200, sowie in den Handbüchern von Pellissier, Liebetanz u. s. w.

Der erste Versuch eines brauchbaren Kostenvergleichs der Acetylenbeleuchtung mit den anderen Beleuchtungsarten stammt von **Frölich** und **Herzfeld**[1]). Die Verfasser nehmen als Grundpreise an:

1 cbm Steinkohlengas	0,15 Mk.	1 cbm komprimiertes Fettgas	0,40 Mk.
1 Liter Petroleum .	0,20 „	1 Liter komprimiertes Acetylen-Fettgas (1 : 3)	0,80 „
1 Liter Spiritus . .	0,35 „	Eine Kilowattstunde .	0,60 „
1 kg Carbid (300 Liter Gasausbeute) . .	0,40 „	1 cbm Fettgas . . .	0,28 „
1 cbm Acetylen . .	1,33 „	1 cbm Wasser . . .	0,16 „
1 cbm Acetylen-Fettgas (1 : 3) . . .	0,55 „		

Danach ordnen sich dann die Lichtquellen nach aufsteigenden Kosten der Flamme in folgender Tabelle:

Lichtquelle	Lichtstärke der Brenner in Kerzen	Verbrauch f. Kerze und Stunde in Litern	30 Kerzen kosten in der Brennstunde Pfennige	Eine Flamme kostet in der Brennstunde Pfennige
Petroleumglühlicht . .	40	0,00125	0,76	1,00
Steinkohlengasglühlicht .	30 — 60	2,00	0,96	0,96 — 1,92
Spiritusglühlicht . . .	30	0,0019	1,20	1,20
Fettgasglühlicht	60	1,00	0,75	1,50
Petroleum, 14‴-Brenner	30	0,00359	2,16	2,16
Acetylen-Fettgas (im Verhältnis 25 : 75) . . .	6 — 40	1,30	2,15	0,43 — 2,86
Fettgas	6 — 16	3,20	2,69	0,54 — 1,43
Acetylen	6 — 70	0,75	2,99	0,60 — 6,98
Komprim. Acetylen-Fettgas (8 Atm.) im Verhältnis 25 : 75 . . .	6 — 40	1,80	4,32	0,86 — 5,76
Komprimiertes Fettgas (8 Atm.)	6 — 16	4,55	5,46	1,09 — 2,91
Steinkohlengas, Rundbrenner	15 — 40	10,00	4,80	2,40 — 6,40
Steinkohlengas, Schnittbrenner	6 — 30	11,50	5,52	1,10 — 5,52
Elektr. Glühlicht	16	3,1 Watt	5,63	3,00
Hydro-Prefsgas	500	1,00 Gas 0,50 Wasser	0,72	12,00
Bogenlicht	80 — 800	1,1 Watt	2,18	5,28 — 52,8

Kerzen sind Hefnerkerzen.

Es ist also bei einem Preise von 40 Pfg. für 1 kg Carbid der Kubikmeter Acetylen nur mit Mk. 1,33 angesetzt, d. h. es ist auch hier

[1]) Stand und Zukunft der Acetylenbeleuchtung, Berlin 1898.

lediglich der Materialpreis in Rechnung gestellt. Der Vergleich ist demnach kein zutreffender, da für Steinkohlengas z. B. der Kubikmeter mit 16 Pfg. bewertet ist, ein Preis, für welchen das Gas in grofsen Städten frei ins Haus geliefert wird und der Gasanstalt noch ein bedeutender Verdienst bleibt.

Weiter sind auf diesem Gebiete noch zu erwähnen die Arbeiten von W. Wedding[1]). Er kommt in seiner letzten Abhandlung auf Grund seiner Beobachtungen an der Acetylengasanlage in Grofsbeeren bei Berlin zu folgender Aufstellung der Betriebskosten.

(Angenommen sind als Grundlagen 1 kg Carbid = 35 Pfg.; 1 kg Carbid liefert 295 Liter Gasausbeute; Kosten der Anlage 2811,25 Mk. inkl. 377 m Erdleitung und 312,35 Mk. für Beleuchtungskörper; die Gasanlage verbraucht stündlich 560 Liter Gas bei 33 gleichzeitig brennenden Flammen und einem mittleren Druck von 70 mm in der Rohrleitung):

Amortisation und Verzinsung der Anlage (10 Proz. von 2811,25 Mk.)	281,10 Mk.
Ersatz der Reinigungsmasse	50,00 „
Jährlich einmaliger Ersatz jedes Brenners à 1,50 Mk.	49,50 „
Ersatz der Beleuchtungskörper	20,00 „
Bedienung der Anlage, 365 Tage je eine Stunde à 25 Pfg.	91,25 „
Carbid für 1500 Brennstunden $\left(\text{jede } \frac{35 . 560}{295} = 66{,}04 \text{ Pfg.}\right)$ . .	996,00 „
	Sa. 1487,85 Mk.

Diese Kostenrechnung ist wegen der auffällig schlechten Ökonomie der Brenner für das Acetylen sehr ungünstig, da für einen stündlichen Verbrauch von 560 Liter nur etwa 400 Kerzen ermittelt wurden, während ein Verbrauch von 0,7 Litern für die Stundenkerze nach einwandsfreien Ermittelungen bei richtigem Drucke mit reinem Acetylen in guten Brennern den wirklichen Verhältnissen entspricht[2]). In dieser Anlage stellt sich also nach den Berechnungen von Wedding der Kubikmeter Acetylen auf $\frac{1488}{0{,}560 . 1500} = 1{,}77$ Mk. Selbstkostenpreis.

Demgegenüber berechnet Herzfeld[3]) bei einer Fabrikbeleuchtung von 1000 Flammen zu je 15 Liter Stundenverbrauch und 500 Brennstunden für Flamme und Jahr und bei einem Carbidpreis von 30 Pfg. den Kubikmeter auf 1,25 Mk., bei 35 Pfg. auf 1,43 Mk. Die Tabelle, die er als Ergebnis seiner Berechnungen aufstellt, bietet in mehrfacher Hinsicht Interesse und sei daher hier wiedergegeben.

---

[1]) Journ. f. Gasbel. 38, 273. Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 82. Verhandlungen d. Vereins z. Förderung d. Gewerbefleifses 1899, 325 bis 334. — [2]) Vergl. S. 375 ff. — [3]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 2, 374 u. 397.

Fabrikbeleuchtung von 1000 Flammen zu je 15 Liter Stundenverbrauch und 500 Brennstunden der Flamme im Jahre.

[Jahresverbrauch 7500 cbm Acetylen. — Anlagekapital (exkl. Rohrleitung) 10000 Mk.]

	Jährliche Ausgaben	Carbidpreis pro Kilogramm in Pfennigen							
		30	31	32	33	34	35	40	50
1.	Amortisation und 5 Proz. d. Anlagekapitals (in 30 J. nach Kleyers Formel)	650	650	650	650	650	650	650	650
2.	Für Betriebsreparaturen 2 Proz. des Anlagekapitals . .	200	200	200	200	200	200	200	200
3.	Lohn für einen Arbeiter, täglich im Durchschnitt zwei Stunden à 30 Pfg. $= 300 \times 2 \times 0{,}30$	90	90	90	90	90	90	90	90
4.	Carbidverbrauch $\frac{7500000}{280} = 26800$ kg	8040	8308	8576	8884	9112	9380	10720	13400
5.	Reinigung, 3 Proz. von 9380 Mk. . .	282	282	282	282	282	282	282	282
6.	Nebenkosten, 1 Proz. v. Anlagekapital .	100	100	100	100	100	100	100	100
7.	Einnahme durch gewonnenen Kalk .	—	—	—	—	—	—	—	—
	7500 cbm kosten im Jahre . . . Mk.	9362	9630	9898	10166	10434	10702	12042	14722
	1 cbm kostet im Jahre . . . Mk.	1,25	1,28	1,32	1,36	1,39	1,43	1,61	1,96

Auf eine vergleichende Kostenberechnung, welche Vogel[1]) aufstellt, kommen wir noch weiter unten zurück. Er berechnet bei einem mittleren Carbidpreis die Kosten eines Kubikmeters Acetylen für Acetylenzentralen unter den derzeitigen Verhältnissen mit 1,60 Mk.

Einen ausführlichen vergleichenden Kostenanschlag bringt endlich Caro[2]). Seine Tabelle knüpft an die oben erwähnte von Herzfeld

[1]) Vogel, Acetylenzentralen. Halle a. S. 1901, 103. — [2]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 4, 396; vergl. auch Vervollständigung derselben in Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 296.

und Frölich an und beruht zum Teil auf eigenen Versuchen des Verfassers. Neu sind die Zahlen für Luftgas und carburiertes Acetylen. Die Kosten für Ersatz der Glühlichtkörper und Gläser bei Glühlichtbrennern sind nicht berücksichtigt.

Caro legt der Berechnung als Materialpreise zu Grunde:

1 cbm Steinkohlengas	0,135 — 0,25 Mk.
1 Liter Petroleum	0,20 Mk.
1 „ Spiritus	0,20 — 0,25 Mk.
1 kg Benzin	0,40 Mk.
1 „ Carbid (280 bis 300 Liter Gasausbeute) . .	0,26 „
1 cbm Acetylen (in Hausanlagen [1]) erzeugt) . . .	0,90 „
1 „ „ (in einer Ortszentrale [1]) erzeugt) . .	1,50 — 2,50 Mk.
1 „ Acetylen-Fettgas (1 : 3) [2])	0,43 Mk.
1 „ „ komprimiert	0,65 „
1 „ Fettgas	0,28 „
1 „ „ komprimiert	0,40 „
1 „ Wassergas	0,15 — 0,30 Mk.
Eine Kilowattstunde	0,60 Mk.
1 cbm Wasser	0,16 „
1 „ Luftgas	0,20 „
1 „ carburiertes Acetylen [3])	0,97 — 1,16 Mk.

Er gelangt dann zu folgender Aufstellung des Preises der Beleuchtung, berechnet für eine gleiche Lichtstärke verschiedener Beleuchtungsarten:

Beleuchtungsart	Verbrauch pro HK und Stunde	Preis für 50 HK in Pfennigen
Acetylenglühlicht (aus einer Hausanlage) . .	0,25 Liter	1,125
Carburiertes Wassergasglühlicht	2,00 „	1,50 — 3,00
Hydro-Prefsgas	1,0 Liter Steinkohlengas + 0,50 Liter Wasser	1,430
Wassergasglühlicht	2,00 Liter	1,50 — 3,00
Fettgasglühlicht	1,00 „	1,40
Petroleumglühlicht	1,25 ccm	1,25
Carburiertes Acetylenglühlicht	0,30 — 0,33 Liter	1,455 — 1,914
Steinkohlengasglühlicht	1,70 Liter	1,148 — 2,125
Spiritusglühlicht (S.-Brenner)	2,00 ccm	2,00 — 2,50
Luftgasglühlicht	2,80 Liter	2,80
Acetylenglühlicht (aus einer Ortszentrale) . .	0,25 „	1,875 — 3,125
Acetylen-Fettgas	1,30 „	2,795
Acetylen (aus einer Hausanlage)	0,70 „	3,15
Petroleum, 14‴ Brenner	3,50 ccm	3,50
Bogenlicht	1,1 Watt	3,30

[1]) Vergl. S. 458. — [2]) Vergl. S. 719. — [3]) Vergl. S. 709.

Beleuchtungsart	Verbrauch pro HK und Stunde	Preis für 50 HK in Pfennigen
Fettgas	3,20 Liter	4,48
Acetylen (aus einer Ortszentrale)	0,70 „	5,25 — 8,75
Nernst-Licht	2,0 Watt	6,00
Komprimiertes Acetylen-Fettgas [1])	1,80 Liter	5,85
Carburiertes Wassergas	15,00 „	11,25 — 22,50
Steinkohlengas (Rundbrenner)	10,00 „	6,750 — 12,50
„ (Schnittbrenner)	15,00 „	10,125 — 18.750
Komprimiertes Fettgas	4,55 „	9,10
Elektrisches Glühlicht	3,1 Watt	9,30

Eine einwandsfreie Kostenberechnung mufs, wie Wedding und Herzfeld richtig erkannt haben, von den Betriebskosten der Anlagen selbst ausgehen. Wir wollen eine derartige Berechnung unter Berücksichtigung der erwähnten Vorarbeiten [2]) hier aufstellen.

Als Beispiel wählen wir eine Hausanlage von 100 Flammen zu je 20 Liter stündlichem Verbrauch (gleich etwa 28 bis 30 Kerzen Lichtstärke). Der Apparat mufs demnach bei automatischem Betriebe eine Leistungsfähigkeit von 9 bis 10 cbm haben. Derartige Apparate kosten heute bei solider Ausführung mit allem Zubehör in Deutschland durchschnittlich 1500 Mk. Die Haltbarkeit eines solchen Apparates neuerer Bauart kann auf 20 Jahre angenommen werden. Um ganz sicher zu gehen, wollen wir jedoch die Anlagekosten mit 10 Proz. amortisieren. Aufserdem sollen für Unterhaltung des Apparates, Reparaturen u. s. w. weitere 5 Proz. gerechnet werden.

Für den Apparatraum nebst einer kleinen Heizanlage und Wasserleitung sollen 750 Mk. verwendet und darauf 5 Proz. jährlich abgeschrieben werden.

Als Kosten der Reinigung sind für je 20 cbm 0,75 Mk. gerechnet, ein Verbrauch, der bei guten Reinigungsmassen [3]) kaum überschritten werden dürfte.

Für die Brenner ist eine Lebensdauer von 2000 Stunden angenommen. Hinlängliche Erfahrungen über die Haltbarkeit der Brenner liegen nicht vor. Es wurde in den meisten Berechnungen früher eine Lebensdauer von 1500 Brennstunden für gute Brenner vorausgesetzt, aber bei der besseren Qualität des heutigen Carbids und der vorgesehenen guten Reinigung des Gases scheinen für heutige Verhältnisse etwas günstigere Annahmen zulässig. Die 2000 Brennstunden entsprechen einer Lebensdauer von zwei Jahren, da jährlich 1000 Brennstunden angenommen werden sollen.

---

[1]) Sogenanntes Mischgas; vergl. S. 719. — [2]) Benutzt ist ferner eine Arbeit von Kg. (Kreitling) aus dem Jahre 1899 in Ztsch. f. Calc. u. Acet. 3, 313. — [3]) Vergl. S. 249 bis 262, sowie ferner S. 559 bis 563.

Der Preis für je einen Brenner ist mit 1 Mk. angesetzt, so dafs also im Jahre 50 Mk. auf Erneuerung der 100 Brenner zu rechnen sind.

Die Kosten der Heizung des Apparatraums sind naturgemäfs je nach den Witterungsverhältnissen der Jahre verschieden. Man wird jedoch nicht fehlgehen, wenn man in Anbetracht des kleinen Raumes, um welchen es sich handelt, und der bei den angesetzten Kosten immerhin massiven Anlage des Gebäudes eine jährliche Ausgabe von 50 Mk. für die Heizung als selbst für einen strengen Winter hinreichend annimmt, da nur dann geheizt zu werden braucht, wenn das Thermometer unter den Gefrierpunkt sinkt [1]).

Auch der Wasserverbrauch soll berechnet werden. Da 100 Stück 20litrige Brenner jährlich 1000 Brennstunden im Betriebe sind, werden 2000 cbm Gas verbraucht; diese sind bei einem Carbid von 285 Liter Gasausbeute [2]) — eine Qualität, welche unter den heutigen Verhältnissen wohl dem Durchschnitt entsprechen dürfte — mit rund 7000 kg Carbid zu erzielen, zu deren Zersetzung etwa 35 cbm Wasser nötig sind. 35 cbm Wasser sollen mit 10 Mk. in Rechnung gestellt werden.

Die Bedienungskosten des Apparates richten sich im allgemeinen nach dessen Konstruktion. Hier soll ein guter automatischer Apparat vorausgesetzt sein, dessen Bedienung täglich nicht mehr als eine Stunde erfordern wird. Im Winter sei eine zweimalige Bedienung vorgesehen, so dafs also durchschnittlich $1^1/_2$ Stunden täglich und bei 360 Arbeitstagen im Jahre 540 Arbeitsstunden zu rechnen sind. In den meisten Fällen wird sich eine besondere Entlohnung des Wärters nicht erforderlich machen; um jedoch allen Verhältnissen gerecht zu werden, seien 0,30 Mk. für die Stunde Arbeitslohn festgesetzt.

Hiernach werden sich also die gesamten Unkosten (mit Ausnahme des Carbidverbrauchs) für die 100flammige Anlage mit 1000 Brennstunden folgendermafsen berechnen:

10 Proz. Abschreibung von 1500 Mk. für die Anlage .	150	Mk.
5 Proz. v. 1500 Mk. f. die Unterhaltung u. Reparaturen	75	„
Reinigung von 2000 cbm Gas, à 3,75 Pfg.	75	„
Brennerverbrauch	50	„
Kosten der Heizung	50	„
Wasserverbrauch	10	„
Bedienung	162	„
	610	Mk.

Für 100 000 Brennstunden entstehen 610 Mk. laufende Jahreskosten, eine Brennstunde kostet also 0,61 Pfg. aufser dem Carbidverbrauch. Dieser beträgt bei einem Preise von 0,30 Mk. für 1 kg Carbid — ein Preis, der heute auch für den kleinsten Konsumenten an jedem

[1]) Vergl. S. 350 ff. — [2]) Gemeint ist die effektive Ausbeute, gemessen an der Gasuhr bezw. im Rohrnetz, also nach Abzug der Verluste im Apparate.

Orte Deutschlands erreichbar ist und als Höchstpreis auch für die Zukunft gelten kann [1]) — und bei einer Ausbeute von 285 Liter entsprechend einem Jahresverbrauch von 7000 kg 2100 Mk., so dafs bei 0,30 Mk. Carbidpreis 2710 Mk. Gesamtkosten für 2000 cbm entstehen. Der Kubikmeter kostet also ungefähr 1,36 Mk. [2]).

Um die Berechnung auch für andere Carbidpreise anwendbar zu machen, ist nachfolgend der Carbidverbrauch für 1 cbm Acetylen bei einer Preisschwankung des Carbids von 0,22 bis 0,33 Mk. und einer Nettoausbeute von 285 Liter berechnet und sind die dadurch veränderten Kosten des Acetylens gegenübergestellt.

1000 kg Carbid kosten	1 cbm Acetylen kostet (bei 285 Liter Ausbeute)		1000 kg Carbid kosten	1 cbm Acetylen kostet (bei 285 Liter Ausbeute)	
	an Carbid	an Carbid u. Herstellungskosten		an Carbid	an Carbid u. Herstellungskosten
Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
220	0,770	1,075	280	0,983	1,288
225	0,788	1,093	285	1,000	1,305
230	0,805	1,110	290	1,017	1,322
235	0,823	1,128	295	1,035	1,340
240	0,840	1,145	300	1,053	1,358
245	0,858	1,163	305	1,070	1,375
250	0,875	1,180	310	1,088	1,393
255	0,893	1,198	315	1,105	1,410
260	0,910	1,215	320	1,123	1,428
265	0,928	1,233	325	1,140	1,445
270	0,947	1,252	330	1,158	1,463
275	0,965	1,270			

Bei einem Acetylenpreis von 1,36 Mk. für den Kubikmeter kostet die 50 kerzige Flamme mit Acetylen im offenen Brenner (von 0,7 Liter für Kerze und Stunde) 4,76 Pfg., im Glühlichtbrenner (von 0,25 Liter für Kerze und Stunde) 1,70 Pfg. stündlich. Unter Zugrundelegung der Caroschen Tabelle für die übrigen Lichtarten würde sich also das offene Acetylen zwischen das Bogenlicht und das Nernstlicht, das Acetylenglühlicht zwischen das Petroleumglühlicht und das Spiritusglühlicht dem Preise nach einreihen. Demgegenüber kostet eine gleichwertige Steinkohlengasflamme im Schnittbrenner bei einem Gaspreise von 20 Pfg. für den Kubikmeter und einem Verbrauch von 15,00 Litern für die Kerzenstunde 15 Pfg., eine Steinkohlengasglühlichtflamme bei gleichem Gaspreise und 1,7 Litern Verbrauch für die Kerzenstunde 1,7 Pfg.

[1]) Die derzeitigen Carbidpreise (Herbst 1903) in den verschiedenen Lagern Deutschlands betragen 0,24 bis 0,26 Mk. für 1 kg. — [2]) Zu fast genau demselben Preise hat im Durchschnitt die preufsische Eisenbahnverwaltung in einer Anzahl von Acetylenanlagen auf Bahnhöfen das Acetylen erzeugt, nämlich zu 1,37 Mk. bei einem Carbidpreise von 0,28 Mk. für 1 kg (vergl. S. 697).

Die offene Acetylenflamme ist also der entsprechenden Steinkohlengasflamme an Wohlfeilheit bedeutend überlegen, die Acetylenglühlichtflamme der Steinkohlengasglühlichtbeleuchtung ebenbürtig. Nur so darf aber der Vergleich aufgestellt werden, denn überall, wo man Steinkohlengasglühlichtbeleuchtung benutzen kann, ist auch die Acetylenglühlichtbeleuchtung brauchbar, wo aber ein Glühkörper zweckmäſsig nicht angewendet werden darf, wie z. B. in Fabriken mit viel Feuchtigkeits- und Staubentwickelung oder an Orten mit starker Erschütterung des Bodens, tritt die Überlegenheit des offenen Acetylenbrenners vor dem offenen Steinkohlengasbrenner klar hervor.

Gelten die vorstehenden Zahlen vorerst auch nur für mittelgroſse Hausanlagen, so ist ihre allgemeinere Anwendung doch möglich, wenn man die veränderten Verhältnisse entsprechend in Rechnung zieht.

Ein groſser Teil der angesetzten Unkosten wird durch eine Änderung der Gröſse der Anlage wenig oder gar nicht beeinfluſst; so lassen sich die Unkosten des Apparatraumes, der Bedienung, der Heizanlage u. s. w. auch bei kleineren Anlagen kaum verringern; die Ausgaben für die Anschaffung des Apparates werden wenigstens nicht in demselben Verhältnis geringer, wie sich die Anlage verkleinert, und so auch umgekehrt: Es steigen nicht entsprechend die Kosten, wenn die Anlage vergröſsert wird. Daher kommt es, daſs sich im allgemeinen eine Hausanlage im Betriebe um so billiger gestaltet, je gröſser sie ist, d. h. je höher der Gasverbrauch wird, und eine Anlage von wenig Flammen oder mit geringer Brennzeit wird sich von vornherein weniger sparsam erweisen und höhere Ausgaben erfordern.

Als ausgleichender Faktor kommt bei den ganz kleinen Anlagen der Wegfall der Bedienungskosten und die bedeutende Verringerung der besonderen Ausgaben für den Apparatraum u. s. w. in Betracht, wogegen erhöhte Kosten für den Kleinbezug des Carbids fortdauernd in Rechnung zu setzen sind. Bei ganz groſsen Anlagen treten zu den Einnahmen noch der Erlös aus den Kalkrückständen[1]) und etwaige Ersparnisse durch eine rationellere Wirtschaftsweise, wie z. B. Wiederbenutzung des Entwickelungswassers[2]). Alles wohl erwogen, werden die Unkosten des Acetylens wohl um die oben aufgestellten Mittelwerte bei groſsen wie bei kleinen Anlagen gleichmäſsig schwanken und die für die verschiedenen Carbidpreise berechneten Gaskosten der Wirklichkeit unter den meisten Verhältnissen annähernd entsprechen.

Dies gilt auch von den Zentralanlagen, wenngleich bei diesen die auſserordentlich verschiedenen Kosten der Anlage und Rohrleitung, sowie der Faktor der mehr oder minder guten Ausnutzung der Anlage und das Schwanken des Carbidpreises eine viel höhere Rolle spielen als bei den Hausanlagen. Es ist unmöglich, eine Rechnung, wie sie oben

---

[1]) Passende Absatzverhältnisse, die nicht überall gegeben sind, vorausgesetzt. — [2]) Vergl. S. 840.

für die letzteren angestellt wurde, für Zentralen im allgemeinen aufzumachen, weil jeder einzelne Posten je nach Gröſse, Lage u. s. w. der Zentrale in den weitesten Grenzen schwankt. Aber auch das naheliegendste Verfahren, den Durchschnittspreis, wie er sich aus den thatsächlich verlangten Gaspreisen der Zentralen ergiebt, zu Grunde zu legen, würde zu falschen Resultaten führen und ist daher nicht statthaft.

Der in den Zentralen vom Publikum verlangte Preis für das Kubikmeter Acetylen beträgt heute zwischen 1,30 und 2,40 Mk.[1]), ist also in sehr vielen Fällen ein im Vergleich zu dem oben berechneten Preise des selbsterzeugten Gases auſserordentlich hoher; trotzdem bleibt anscheinend selbst bei diesem Preise den Besitzern der Gasanstalten heute noch kein allzu hoher Gewinn. Aber der Grund hierfür liegt nicht in wesentlichen, mit dem Betriebe der Zentralen an sich allgemein verbundenen Ursachen, sondern in ganz besonderen, wie mit jeder technischen Neuerung, so auch mit der Anwendung des Acetylens für Stadtbeleuchtung verbundenen Anfangsschwierigkeiten.

Eine der wesentlichsten Ursachen für den verhältnismäſsig auſserordentlich teuern Preis des Gases[2]) in den gegenwärtigen Acetylenzentralen sind die seit Jahren auf dem Carbidmarkte herrschenden Verhältnisse gewesen. Das Calciumcarbid kostete[3]) im Jahre 1900 im März etwa 300, im Oktober 200 und im Januar 1901 nach Bildung des ersten Carbidsyndikats 290 bis 300 Mk. Anfang März 1901 wichen die Preise wieder auf 250, im April auf 230, im Juni bis August sogar auf 180 bis 220 Mk. pro Tonne. Im Oktober 1901 trat ein neues Carbidsyndikat zusammen, welches den Carbidpreis sofort auf 290 Mk. für 1000 kg, und zwar ab Hafen und bei Bezug in gröſseren Posten erhöhte. Seitdem ist der Preis etwa auf 250 Mk. gesunken[4]). Es war aber noch bis vor kurzem den Zentralen kaum möglich, die Ware im Verbrauchsort dauernd unter 300 Mk. pro Tonne zu beziehen, so daſs sich der Kubikmeter Gas also allein an Rohstoff auf etwa 1,15 Mk. stellte. Es ist nun klar, daſs ein Groſsbetrieb, welcher sich naturgemäſs auf längere Zeit mit Carbid versorgen muſs, von den Schwankungen des Marktes meist die ungünstigsten Folgen verspüren wird. Dazu kommt, daſs die meisten Zentralen teils infolge der miſslichen allgemeinen wirtschaftlichen Verhältnisse, teils weil sie von vornherein zu optimistisch vorveranschlagt waren, teils endlich, weil die Objekte nicht gerade die günstigsten waren, unter einer verhältnismäſsig geringen Ausnutzung des Rohrnetzes, d. h. einem zu kleinen Konsum leiden, so daſs die Amortisation der Baukosten und die im Verhältnis viel zu hohen Bedienungskosten einen groſsen Teil des Gewinnes verzehren. Bei der Anlage vieler Zentralen wurde die Scheu der Kleinstädter vor allen Neuerungen

---

[1]) Vergl. S. 690. — [2]) Vergl. auch S. 465 über die Ursachen, die in den älteren Zentralen einen den heutigen Verhältnissen für Neuanlagen durchaus nicht mehr entsprechenden Verkaufspreis des Acetylens bedingen. — [3]) Vergl. S. 125. — [4]) Oktober 1903.

unterschätzt und auch zu wenig berücksichtigt, dafs die Mehrzahl der Konsumenten nicht gewöhnt ist, das Beleuchtungsmittel in gröfseren Raten auf einmal zu bezahlen. Bedenkt man, dafs von der guten Ausnutzung der Apparatur, d. h. also von der Zahl der Anschlüsse und der Höhe des Verbrauchs schliefslich der Gaspreis abhängt, so wird ersichtlich, dafs es falsch wäre, den heute thatsächlich verlangten Preis als für alle Zukunft oder auch nur für die jetzt gebauten Zentralen mafsgebend und allgemein gültig anzusehen.

Man wird vielmehr besser thun, von der Erwägung auszugehen, dafs, wie überall, so auch bei der Gasbereitung und speziell bei der Acetylenherstellung, der Grofsbetrieb sich sparsamer und einträglicher gestalten läfst als der Kleinbetrieb, d. h. dafs die oben für eine Hausanlage gegebenen Zahlen auch für den Betrieb der Zentralen mindestens nicht zu hohe Werte liefern. Auch wenn der Carbidpreis nicht unter einen Stand von 250 Mk. sinkt, würde es dann bei stabilen Carbidpreisen jeder gut gebauten, sachgemäfs geleiteten und durch hinreichenden Konsum lebensfähigen Zentrale möglich sein, den Gaspreis auf 1,50 Mk. für Leuchtzwecke zu erniedrigen, ohne auf einen hinreichenden Gewinn zu verzichten. Selbst wenn man aber einen Kubikmeter Acetylen, wie es Vogel[1]) annimmt, mit 1,60 Mk. bewertet, wäre es noch dem Steinkohlengase und dem Petroleum ebenbürtig und dem elektrischen Licht bedeutend überlegen. Vogel giebt für den Vergleich mit diesen drei älteren Beleuchtungsarten folgende Zahlen:

In offenen Flammen liefert 1 cbm Acetylen die gleiche Helligkeit wie 15 cbm Steinkohlengas und wie 52 Kilowatt elektrisches Licht. Er nimmt als Preis des Leuchtgases in kleinen Städten durchschnittlich 20 Pfg. für den Kubikmeter mit Recht als mäfsig an; das elektrische Kilowatt für Lichtzwecke stellt er mit 67 Pfg. in Rechnung. Danach kostet die gleiche Lichtmenge von

1 cbm Acetylen in offener Flamme . .	1,60 Mk.
15 cbm Steinkohlengas in offener Flamme	3,00 „
52 Kilowatt elektrisches Licht	3,45 „

Vergleicht man die Kosten der Glühlichtbeleuchtung, so ergiebt 1 cbm Acetylen (1,60 Mk.) die gleiche Helligkeit wie 7 cbm Steinkohlengas (1,40 Mk.).

Noch günstiger stellt sich der Vergleich mit dem Petroleum. Es sind an Helligkeit gleichwertig: 1 cbm Acetylengas in offener Flamme gleich 1,60 Mk., $^1/_2$ cbm Acetylen als Glühlicht gleich 0,80 Mk. und 6 Liter raffiniertes Petroleum gleich 1,50 Mk., wobei bei letzterem noch die aufserordentlich bedeutenden Verluste und die Unbequemlichkeiten und Kosten der Bedienung hinzukommen.

Zum gleichen Resultat kommt man, wenn man auf die alte Herzfeld und Frölichsche Kostenvergleichstabelle[2]) zurückgeht.

---

[1]) Acetylenzentralen 1901, 113. — [2]) Vergl. diese S. 812.

Bei einem Acetylenpreis von 1,60 Mk. pro Kubikmeter kosten 30 Kerzen stündlich 3,36 Pfg. im offenen und 1,2 Pfg. im Glühlichtbrenner. Dieselbe Helligkeit kostet nach den genannten Autoren bei Petroleum im 14 linigen Brenner 2,16, bei Fettgas 2,69, bei elektrischem Glühlicht 5,63, bei Leuchtgas (das Kubikmeter zu 16 Pfg. gerechnet) im Schnittbrenner 5,52, im Rundbrenner 4,80 und im Auerbrenner 0,96 Pfg.

Auch dieser Kostenvergleich zeigt also, vielleicht abgesehen vom Glühlicht des Steinkohlengases, welches für die meist dem Acetylen offenstehenden Objekte ja nicht in den Wettbewerb tritt, nirgends eine entscheidende Überlegenheit gegenüber dem Acetylen.

Die neueren Beleuchtungsarten, Wassergas, rein und carburiert, Luftgas [1]), Spiritusglühlicht und Petroleumglühlicht, letzteres namentlich in den Formen des Washington- und Kerosbrenners, sind besonders wichtig, weil gerade diese Lichtquellen ihren Wirkungskreis an den gleichen Stellen suchen, wo das Acetylen Aussicht auf rentable Verwendung hat, und daher häufig in unmittelbaren Wettbewerb mit dem Acetylen treten. Es ist bei der Neuheit dieser Industriezweige sehr schwierig, einwandsfreie Zahlen über die Höhe des Verbrauches und die Betriebskosten der genannten Beleuchtungsarten zu geben, und wir sind, da wir von den eigenen Angaben der an der geschäftlichen Ausbeutung dieser Neuerungen beteiligten Firmen absehen müssen, auf die oben wiedergegebenen Tabellen von Frölich, Herzfeld und Caro angewiesen, von denen der letztere die Zahlen durch eigene Versuche ermittelt hat. Legen wir die beiden für die Kosten des Acetylens oben gefundenen Werte — 1,36 Mk. als Selbstkostenpreis in Hausanlagen, 1,60 Mk. als Verkaufspreis in Zentralen, eingerechnet einen angemessenen Gewinn — zu Grunde und ergänzen wir die Caro sche Tabelle durch die Angaben der Frölich-Herzfeldschen Aufstellung, so erhalten wir die folgende Vergleichstabelle für die neueren Beleuchtungsarten:

Lichtquelle	Materialkosten	Verbrauch pro HK und Stunde	Preis für 50 HK in Pfennigen
Carburiertes Wassergasglühlicht	1 cbm 15 — 30 Pfg. (1 kg Benzin 40 Pfg.)	1,75 Liter	1,31 — 2,62
Wassergasglühlicht	1 cbm = 15 — 30 Pfg.	2,0 Liter	1,50 — 3.00
Petroleumglühlicht	1 Liter = 20 Pfg.	1,25 ccm	1,25
Luftgasglühlicht	1 cbm = 20 Pfg.	2,80 Liter	2,80

[1]) Gemeint ist mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen, besonders Petroleumdestillaten, angereicherte Luft, nicht das bisweilen ebenfalls mit dem Namen „Luftgas" (vergl. z. B. Erdmann, Lehrbuch der anorg. Chemie 1902, 444) bezeichnete Generatorgas; vergl. auch dieses Handbuch S. 707, Fufsnote 1, sowie S. 714.

Lichtquelle	Materialkosten	Verbrauch pro HK und Stunde	Preis für 50 HK in Pfennigen
Spiritusglühlicht (S.-Brenner)	1 Liter = 20 Pfg.	2,0 ccm	2,0
Acetylenglühlicht (Hausanlage)	1 cbm = 136 Pfg.	0,25 Liter	1,70
Acetylenglühlicht (Ortszentrale)	1 „ = 160 „	0,25 „	2,0
Acetylen, offener Brenner (Hausanlage)	1 „ = 136 „	0,7 „	4,76
Acetylen, offener Brenner (Ortszentrale)	1 „ = 160 „	0,7 „	5,60
Carburiertes Wassergas . .	1 cbm 15 — 30 „ (1 kg Benzin 40 Pfg.)	15 „	11,25 — 22,50

Acetylenglühlicht ist also nicht teurer als Luftgas- und Spiritusglühlicht, dem carburierten Wassergas in offenen Flammen aber unter allen Umständen überlegen.

Gefahren bei Aufbewahrung und Verwendung von Calciumcarbid und Acetylen.

Calciumcarbid.

Calciumcarbid ist an und für sich ein nicht brennbarer Körper. Da es durch Zusammenschmelzen von Kohle und Kalk bei sehr hohen Temperaturen entsteht, so ist es selbstverständlich, dafs selbst die höchsten Hitzegrade es nicht zum Brennen bringen können. Es besitzt infolgedessen an und für sich keine jener Eigenschaften, welche die sogenannten feuergefährlichen Körper aufweisen, d. h. es entzündet sich weder, wenn es mit irgend einer Zündflamme bei gewöhnlicher Temperatur zusammengebracht wird, noch gerät es in Brand, wenn es, bis zur Entzündungstemperatur erwärmt, mit Luft in Berührung kommt. Auch eine weitere, sehr gefährliche Eigenschaft der sogenannten feuergefährlichen Stoffe fehlt dem Calciumcarbid vollständig. Es kann nämlich durch Hitze nicht in der Weise zur Vergasung gebracht werden, dafs die dabei entstehenden Gase für sich selbst oder in Verbindung mit Luft explodieren können. Schliefslich kann es auch nicht, wie die eigentlichen Explosivstoffe, durch Stofs oder Druck zur Explosion gebracht werden.

Das Calciumcarbid besitzt also nicht eine einzige jener Eigenschaften, welche etwa in der Art von Petroleum, Fetten oder Harzen das charakteristische Merkmal der „feuergefährlichen“ Körper bilden. Eine Gefahr kann erst entstehen, wenn durch Hinzutreten einer ganzen

Reihe einander folgender Zufälligkeiten die Möglichkeit gegeben wird, dafs sich aus dem Carbid Acetylen entwickelt und dieses so entwickelte Acetylen zur Entzündung, bezw. Explosion gebracht wird. Zur Erreichung dieser Möglichkeit ist es zunächst notwendig, dafs die Carbid enthaltenden Gefäfse undicht werden, dafs zu diesen undicht gewordenen Gefäfsen [1]) Wasser hinzutritt und das Carbid dadurch unter Entwickelung von Acetylen zersetzt wird. Die Entwickelung von Acetylen ist an sich noch ganz unbedenklich, denn abgesehen davon, dafs dieses Gas durch seinen Geruch äufserst leicht wahrnehmbar ist, liegt in dem Umstande, dafs sich Acetylen entwickelt, noch keinerlei Gefahr vor, sondern es ist, um einen gefährlichen Zustand herbeizuführen, noch das Zusammentreffen folgender Zufälligkeiten notwendig:

Das entwickelte Acetylen mufs sich ansammeln können, und zwar in solcher Menge, dafs eine explosive Mischung mit Luft entsteht, und nun mufs noch dieses Gemisch durch Hinzutreten einer Flamme zur Entzündung gelangen können. Erst wenn alle diese Bedingungen erfüllt werden, d. h. also wenn:

a) das Carbidgefäfs zertrümmert wird,

b) Wasser in hinreichenden Mengen zu dem Carbid hinzutreten kann,

c) eine Ansammlung des Acetylens in solchen Mengen erfolgt, dafs ein explosives Acetylen-Luft-Gemisch entsteht,

d) eine Zündflamme zu dem Acetylen-Luft-Gemisch hinzutritt, kann eine Gefahr entstehen.

Hieraus ergiebt sich:

1. Das Calciumcarbid hat keine jener Eigenschaften, welche man einzeln oder zusammen als die charakteristischen Merkmale explosiver oder feuergefährlicher Stoffe zu bezeichnen pflegt.

2. Das Calciumcarbid kann zu einem explosibeln, bezw. feuergefährlichen Stoffe werden, sobald es durch Berührung mit Wasser Acetylengas entwickelt und letzteres sich dann in hinreichender Menge ansammeln kann.

3. Eine solche Bildung und Ansammlung von Acetylengas mufs alsbald wahrgenommen werden, da dasselbe einen durchdringenden Geruch nach Knoblauch verbreitet. Solange von einem solchen Knoblauchgeruch nichts bemerkt wird, kann man sicher sein, dafs Wasser oder feuchte Luft mit dem Calciumcarbid nicht in Berührung gekommen sind.

4. Erfolgt der Zutritt von Wasser zum Carbide, z. B. nach unbeabsichtigter Zertrümmerung eines Carbidgefäfses auf dem Transporte oder bei der Probenahme von Carbid, beim Umfüllen von Carbidgefäfsen, bei Feuersbrünsten u. s. w. im unbedeckten, bezw. gut gelüfteten Raume, so wird für gewöhnlich das gebildete Acetylen, ohne weiteren Schaden

---

[1]) Näheres hierüber vergl. oben S. 79 unter „Verpackung des Carbides“.

anzurichten, in die Luft entweichen. Bei Annäherung mit einem Zündstoff können allerdings dabei unter geeigneten Umständen, wenn z. B. der Wind das mit Luft gemischte Acetylen dem Zündstoff gerade entgegentreibt, bis auf mehrere Meter Entfernung alle jene Gefahren entstehen, die ein explosibles Acetylen-Luft-Gemisch in sich birgt.

5. Erfolgt die Berührung des Carbides mit Wasser in einem schlecht ventilierten Raum, so kann es zur Bildung eines explosiblen Acetylen-Luft-Gemisches [1]) kommen.

Aus diesen Eigenschaften des Carbides ergiebt sich ohne weiteres, wie man sich beim Ausbrechen von Feuer in einem Carbidlager oder in solchen Gebäuden, in denen Carbid aufbewahrt wird, zu verhalten hat. Es ist auf das sorgsamste zu vermeiden, das Feuer mit Wasser zu löschen, sobald gröfsere Carbidmengen vorhanden und das Feuer schon so weit um sich gegriffen hat, dafs durch die Hitze oder durch herabfallende Gebäudeteile eine Zertrümmerung der Carbidgefäfse und damit ein Blofslegen des Carbides zu befürchten ist. Solange dies nicht der Fall ist, bestehen gegen die Anwendung von Wasser zum Löschen des Feuers keinerlei Bedenken, z. B. also, wenn das Carbid in einem abgetrennten, vom Feuer noch nicht ergriffenen Raum, in Transportgefäfsen luft- und wasserdicht verpackt, lagert. Dafs übrigens auch das Zerspringen gefüllter Carbidtrommeln bei Gelegenheit einer Feuersbrunst und das dann erfolgende Vergasen des Carbides durch das zum Löschen benutzte Wasser für gewöhnlich keinerlei besondere Gefahren in sich birgt und, wie oben erwähnt, nur beim Zusammentreffen ganz besonderer Zufälligkeiten zu einer Explosion Veranlassung geben könnte, wird durch die bei Bränden von Carbidlagern und Carbidfabriken inzwischen gemachten thatsächlichen Erfahrungen in vollem Umfange bestätigt [2]). So konnte man bei der Feuersbrunst, welche im Frühjahr 1900 die Stadt Ottawa in Kanada fast vollständig vernichtete, das Verhalten einer grofsen Menge von Carbid im Feuer beobachten. In dem Brandgebiete lagen auch die kanadischen Carbidwerke und die grofsen damit verbundenen Carbidlager. Dort befanden sich zur Zeit des Feuers 300 Zentner zum Versand fertiges Carbid, in verschraubte eiserne Fässer verpackt. Die Fässer platzten in der starken Glut, wobei das Carbid zum Teil durch den brennenden Fufsboden in die Keller stürzte und dort in Wasser fiel, welches sich durch die Löscharbeiten angesammelt hatte. Die Folge war eine Entwickelung von Acetylen, welches natürlich sofort verbrannte. Die dabei entstandene Flamme war aber lange nicht so grofs als die zweier in der Nähe verbrennender Wagenladungen Koks. Ähnliche Beobachtungen wurden bei dem Brande der Calciumcarbidfabrik Langenthal (Kanton Bern in der Schweiz) am 5. Juni 1900 gemacht. Keine Carbidbüchse wurde

---

[1]) Vergl. S. 146. — [2]) Ludwig, Mitteilungen für die öffentlichen Feuerversicherungsanstalten **34**, 69.

beschädigt, obgleich die Temperatur teilweise so hoch war, dafs Kupfer flüssig wurde. Einen weiteren Beleg lieferte der Brand des Warenspeichers der Geo. W. Knox Exprefs Company in Washington im Sommer 1901. Dort lagerten 240 Büchsen Carbid zu je 50 kg neben zahlreichen anderen zum Teil höchst feuergefährlichen Artikeln. Das Carbid war in einem Anbau neben dem Hauptgebäude untergebracht, in dessen Dachstuhl das Feuer ausbrach. Die Mauern des Warenhauses stürzten auf den niedrigen Anbau und schlugen in die Räume, in denen das Carbid lagerte, hinein; infolgedessen fing es auch hier an zu brennen. Erst nach Beseitigung der Trümmer konnte man zu dem Carbidlager gelangen. Hier machte man nun eine überraschende Entdeckung. Von den 240 Büchsen waren 18 Stück, wahrscheinlich durch das herabstürzende Mauerwerk, geborsten, aber merkwürdigerweise war das Carbid selbst mit Ausnahme einer Büchse in keiner Weise beschädigt.

Diese Beispiele lehren besser als alle theoretischen Erwägungen, dafs die Besorgnis vor einer etwaigen besonderen Gefahr, der Carbidlager im Falle von Bränden ausgesetzt sein sollen, unbegründet ist.

Über die bei der Lagerung und beim Transport des Carbides zur Vermeidung von Gefahren sonst zu beachtenden Vorsichtsmafsregeln ist weiter oben berichtet [1]).

Erwähnt soll noch werden, dafs das unbedachte Umgehen mit nur teilweise vergastem Carbid schon wiederholt Explosionen zur Folge hatte. Bei gewissen Apparaten zur Erzeugung von Acetylengas, insbesondere bei den nach dem Tropfsystem [2]) gebauten, bei denen also geringe Mengen Wasser mit grofsen Mengen Carbid in Berührung gebracht werden, kommt es vor, dafs mehr oder weniger grofse Carbidstücke im Laufe der Entwickelung von Kalkschlamm derart umhüllt werden, dafs das nachtropfende Wasser überhaupt nicht mehr mit ihnen in Berührung kommt. Wenn nun die Carbidrückstände aus dem Apparate entfernt werden und dann — z. B. durch Einwerfen in das Kanalnetz — mit gröfseren Wassermengen in Berührung kommen, wird aus dem in ihnen noch enthaltenen unvergasten Carbid alsbald Acetylengas entwickelt, das sich mit der umgebenden Luft mischt und dann bei zufälliger Berührung mit Flamme oder Funken zu Explosionen Veranlassung geben kann. Bei Apparaten, in denen das Carbid mit einem grofsen Überschufs von Wasser in Berührung kommt, pflegen dagegen die Rückstände vollkommen vergast zu sein, so dafs aus ihnen weiteres Acetylen nicht mehr entwickelt werden kann.

Acetylen.

In dem Abschnitt „Physik des Acetylens“ [3]) wurde gezeigt, dafs Acetylen an sich bei gewöhnlichem Atmosphärendruck, bezw. bei einem

[1]) Vergl. S. 79 u. flgde. — [2]) Vergl. darüber S. 277. — [3]) S. 140.

unter zwei Atmosphären liegenden Druck nicht explodieren kann. Weiter wurde dargelegt, dafs dagegen ein Gemenge von Acetylen und Luft, sofern es sich nicht in engen Röhren befindet, innerhalb sehr weiter Grenzen (2,8 bis 65 Proz. Acetylen) mit hoher Kraft explosiv ist. Daraus ergiebt sich für die Aufbewahrung und Verwendung des Acetylengases die Lehre, dafs jegliche Vermengung mit Luft streng zu vermeiden ist, dafs aber, wenn eine solche doch erfolgte, jede Flamme und jeder Funke (Pfeife, Zigarre) fernzuhalten sind. Schon eine Beimengung von 2,8 Proz. Acetylen zur Luft gewährt die Möglichkeit, eine solche von 4 Proz. giebt die Gewifsheit, dafs durch einen Funken sofort eine aufserordentlich heftige Explosion entsteht. Die Nichtbeachtung dieses beim Betriebe von Acetylenanlagen wichtigen Gesichtspunktes hat zahlreiche Unglücksfälle zur Folge gehabt und noch immer zur Folge. Durch nichts ist die Ausdehnung des Acetylenlichts mehr gehemmt worden, als durch das trotz aller Warnungen immer wieder stattfindende Umgehen mit offenem Licht an Acetylenapparaten. Erschwerend kommt dabei noch in Betracht, dafs das Acetylen infolge seines im Vergleich zum Steinkohlengas verhältnismäfsig hohen specifischen Gewichtes[1]) sich längst nicht so rasch mit der atmosphärischen Luft vermengt, als man gemeiniglich anzunehmen pflegt. Die Folge ist, dafs ausströmendes Acetylen sich nicht so rasch mit der umgebenden Luft vermischt wie z. B. das ein verhältnismäfsig geringeres specifisches Gewicht (0,43 bis 0,45) besitzende Steinkohlenleuchtgas. Die durch den Unterschied im Gewicht bedingte Strömung der Gase ist nämlich beim Acetylengas kleiner als beim Steinkohlengas. Dazu kommt, dafs sich die Diffusionsgeschwindigkeit mit steigendem specifischen Gewicht vermindert. Die Folge ist, dafs ziemlich lange Zeit darüber vergeht, bis gröfsere Mengen ausgeströmten Acetylengases sich mit der umgebenden Luft so weit innig vermengt und dadurch verdünnt haben, dafs beim Hinzutreten einer Lichtquelle eine Explosion nicht mehr entstehen kann.

Die Veranlassung, sich dem Apparate mit Licht zu nähern, ist fast ausnahmslos in einer Betriebsstörung zu suchen, die auf die verschiedensten Ursachen zurückzuführen ist. Es seien hier die folgenden genannt:

1. Einfrieren der Apparate oder Apparateteile. Das Einfrieren des Entwicklers ist an sich mit irgend welchen Gefahren nicht verknüpft, weil weitere Folgen als ein Aufhören der Gasentwickelung sich hieraus zunächst nicht ergeben können. Wird das Wiederauftauen des Entwicklers bei Tageslicht und nur unter Benutzung von heifsem Wasser vorgenommen, so ist damit ebenfalls keinerlei Gefahrenquelle verbunden. Meist oder doch recht oft wird aber versucht, durch Anwendung glühender Kohle oder auf sonst irgend eine mit Benutzung

[1]) Vergl. S. 138.

von Feuer, bezw. Glüherscheinungen verbundene Weise den Apparat rasch wieder betriebsfähig zu machen, zumal wenn das Einfrieren am Abend erfolgt und der Inhalt des Gasbehälters zur Speisung der erforderlichen Flammen nicht mehr ausreicht.

Diese letztgenannten Bedenken gegen das Auftauen bestehen in gleicher Weise, wenn es sich um das Einfrieren anderer Apparateteile (Wäscher, Gasbehälter, Wasserverschlüsse) hinter dem Entwickler handelt. Hier wird die Gefahr dadurch noch bedeutend erhöht, dafs die Acetylenentwickelung nicht aufhört. Das Gas findet dann aber keinen Ausweg und giebt Veranlassung zur Entstehung eines Überdrucks im Entwickler und schliefslich in vielen Fällen zum gewaltsamen Austritt aus letzterem in den Apparatraum, wo es mit der Luft ein explosibles Gemenge bildet. Hat der Entwickler aber hinreichend Widerstandsfähigkeit, so wird oft der Druck so grofs, dafs beim raschen Auftauen der Absperrflüssigkeit im Gasbehälter oder in anderen Apparateteilen das Acetylengas infolge dieses Druckes in den Apparatraum getrieben wird. Da die Anlage infolge Einfrierens kein Gas mehr abgiebt — was meist erst nach Eintritt der Dunkelheit beobachtet wird — wird nach der Ursache geforscht, wobei dann oft, weil eine Aufsenbeleuchtung nicht vorhanden ist oder nicht mit der wünschenswerten Geschwindigkeit betriebsfertig gemacht werden kann, der Apparatraum mit einer offenen Flamme betreten wird. Das Acetylen-Luft-Gemisch entzündet sich im ersteren Falle an dieser dann sofort unter äufserst heftigen Explosionserscheinungen. Oft erfolgt die Explosion schon bei der Annäherung der offenen Flamme an den Apparatraum, da es durch die offen stehende Thür, ja — wie wiederholt beobachtet wurde — durch das Schlüsselloch bei geeigneter Windrichtung der Flamme entgegengetrieben wird. Im anderen Falle erfolgt die Explosion infolge des nach dem Auftauen ausströmenden Acetylens, sofern noch eine offene Flamme oder ein Funke im Apparathaus vorhanden ist. Unter allen Umständen sind deshalb Vorkehrungen zu treffen, um alle Apparateteile frostfrei zu erhalten. Über die Art und Weise, wie dies zu erfolgen hat, wurde schon berichtet[1]).

2. Verwendung minderwertigen Materials bei der Herstellung der Apparate. Alsbald nach Bekanntwerden der Thatsache, dafs die Herstellung technischen Carbides zu annehmbaren Preisen möglich und dadurch das Acetylenlicht den Wettbewerb mit anderen modernen Lichtarten erfolgreich aufnehmen könnte, war in weiten Kreisen die Ansicht verbreitet, dafs man in der Acetylenindustrie bald grofsen Reichtum erwerben könne. Die Folge war, dafs zahlreiche Unternehmen ins Leben gerufen wurden zur Konstruktion und zum Absatz von Acetylenapparaten. Deshalb entstand bald ein grofser Wettbewerb, der zu einem Unterbieten der Preise führte. Viele Firmen,

---

[1]) Vergl. S. 348 u. flgde.

insbesondere die nicht hinreichend mit Mitteln ausgestatteten, suchten sich durch Verwendung möglichst billigen und leichten Materials schadlos zu halten. So kam es, daſs zahlreiche Apparate in den Handel gebracht wurden, die in Bezug auf soliden Bau nicht im entferntesten den zu stellenden Ansprüchen genügten. Da der im Entwickler entstehende Kalkschlamm und die dem Acetylen beigemengten Verunreinigungen mit der Zeit das zum Bau der Entwickler benutzte Rohmaterial angreifen, so ist es erklärlich, daſs die von Anfang an zu schwachen Apparate diesen Angriffen und denjenigen der Atmosphäre nicht hinreichenden Widerstand entgegensetzten, bei dem geringsten Überdruck undicht wurden und zum Ausströmen von Acetylen in den Apparatraum Veranlassung gaben, wodurch jene Gefahren entstanden, wie sie vorstehend unter 1 geschildert wurden.

Der Deutsche Acetylenverein hat deshalb im August 1901 „Normen für Acetylenapparate“ [1]) aufgestellt, in welchen unter anderem Mindeststärken für die zur Herstellung der Apparate zu verwendenden Rohmaterialien festgesetzt wurden, um so nach Möglichkeit der Verwendung zu schwach gebauter Apparate vorzubeugen. Dies genügt indessen für sich allein durchaus noch nicht. Es ist deshalb eine allgemeine, obligatorische Prüfung von Acetylenapparattypen daraufhin anzustreben, ob sie den vorerwähnten Normen sowie den gesetzlichen und den zwischen dem Deutschen Acetylenverein und dem Verbande deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften getroffenen Sicherheitsvorschriften entsprechen und ob ferner ihre Funktion bei ordnungsmäſsigem Betriebe gesichert erscheint.

3. Mangelhafte Konstruktion der Apparate. Die so sehr einfache Art der Herstellung des Acetylengases veranlaſste zahlreiche Personen mit keiner oder unzureichender Sachkunde, sich dem Bau von Acetylenapparaten zuzuwenden. Nicht nur der Schlosser oder Klempner hielt sich für hinreichend erfahren, um tadellose Apparate zu bauen, auch aus den verschiedensten anderen Berufskreisen fanden sich die Erfinder ein, um die unglaublichsten Konstruktionen von Acetylenapparaten auf den Markt zu bringen. Bei vielen, ja wohl bei den meisten derselben waren die einfachsten Grundbedingungen [2]), die man an einen sachgemäſs konstruierten Acetylenapparat stellen muſs, auſser acht gelassen. Sie waren durchweg nach dem automatischen Prinzip konstruiert, d. h. in ihnen wurde Carbid aufgespeichert, das je nach Bedarf portionsweise durch automatische Regelung mit dem Entwickelungswasser in Berührung kam. Wohl die überwiegende Mehrzahl dieser Apparate hatte die Eigenschaft, im neuen Zustande zunächst anscheinend befriedigend zu funktionieren. Sobald aber der Apparat einige Zeit im Gebrauch gewesen war, sobald Kalkschlamm oder sonstige Einflüsse sich in ihren Einwirkungen geltend machten, kamen Unregelmäſsig-

---

[1]) Vergl. diese S. 337. — [2]) Vergl. diese S. 270.

keiten vor, die nicht selten durch Versagen oder auch durch zu rasche Wirkung des Mechanismus zu einer Entwickelung weit gröfserer Acetylenmengen führten, als die Apparate fassen konnten. Dann mufste sich das Gas einen Ausweg suchen, der nicht selten in den Apparatraum führte. Da damit häufig eine Störung des Betriebes verbunden war, die zum Versagen der Flammen führte, so war die Gelegenheit, den Apparatraum in der Dunkelheit aufzusuchen, gegeben. Geschah dies mit offenem Licht, so war die Explosion unvermeidlich. Die automatischen Apparate kamen mehr und mehr in Verruf. In Bayern hat dies dahin geführt, sie, wenn auch nicht ausdrücklich, so doch indirekt zu verbieten. In § 16, Satz 3 der in Bayern unter dem 22. Juni 1901 erlassenen Verordnung[1]) heifst es nämlich: „Die Zahl der Liter des nutzbaren Inhalts des Gasbehälters mufs mindestens 25 für je eine Normalflamme betragen.“ Hierdurch wird die Ausnutzung des Hauptvorzuges automatischer Apparate unmöglich gemacht. Durch Vorrichtungen nämlich, welche es gestatten, die Entwickelung des von einem zum andern Tage nötigen Acetylens nach und nach unter Aufspeicherung des Carbides vorzunehmen, kann man mit wesentlich kleinerem Apparat und insbesondere mit einem kleinen Gasbehälter auskommen. Dadurch wird erreicht, dafs der Raumbedarf ein sehr geringer ist und dafs die Kosten des Apparates sich ebenfalls in bescheidenen Grenzen bewegen. Es ist deshalb ein solcher Apparat viel billiger als ein Apparat, in dem das eingeführte Carbid auf einmal zur Vergasung gelangt, auch kann er oft noch bei solchen Gebäuden aufgestellt werden, welche aus Raummangel die Errichtung eines Apparates der letztgenannten Art mit seinem grofsen Gasbehälter und relativ auch gröfserem Entwickler nicht zulassen. Niemand wird aber daran denken, noch Automaten zu bauen, wenn er ihnen einen Gasbehälter beigeben mufs, der die erforderliche Gröfse um das Mehrfache überschreitet und dementsprechend teuer ist. Diese Art des Vorgehens war nach unserer Auffassung nicht gerechtfertigt. Unter den zahlreichen in den Handel gebrachten Automaten befinden sich auch solche, die durchaus sachgemäfs gebaut sind und zu Bedenken aus Sicherheitsgründen keine Veranlassung geben[2]). Schlechte Apparate sind auch durch andere Vorschriften aus der Welt zu bringen. Allerdings ist nicht zu leugnen, dafs das Vorgehen der bayerischen Regierung ein Radikalmittel ist, das so lange entschieden vorgezogen werden mufs, bis Vorschriften erlassen sind, die einerseits das Pfuschertum[3]) wirksam aus der Acetylenindustrie verdrängen und andererseits auch bei den von leistungsfähigen Fachfirmen gelieferten Apparaten Gewähr dafür bieten, dafs nicht durch Unberufene doch Unglücksfälle der nachgeschilderten Art herbeigeführt werden.

---

[1]) Vergl. diese in Abschnitt V. — [2]) Vergl. S. 270 u. flgde., sowie ferner S. 434 u. flgde. — [3]) Von den im Jahre 1901 in Deuschland bekannt gewordenen Acetylenexplosionen sind nicht weniger als 20 Proz. in Wohnungen oder Werkstätten von Schlossern vorgekommen.

4. Mangelhafte Installation und zu geringe Dimension der Apparate. Der beste Apparat kann zur Gefahrenquelle werden, wenn die Installation eine schlechte ist. Leider kommt das nur zu oft vor. Namentlich werden die Apparate vielfach zu klein geliefert, so dafs sie gelegentlich, wenn bei Festlichkeiten u. s. w. alle Flammen im Gebrauch sind, überanstrengt werden und dann bei künstlicher Beleuchtung, zu der nur zu oft die offene Flamme benutzt wird, im Apparatraum gearbeitet werden mufs. Man kann dies namentlich oft beobachten bei den in Restaurants und Gasthöfen aufgestellten Apparaten. Die Schuld daran trägt das Unterbieten im Apparatgeschäft. Die Anlage soll sich möglichst billig stellen. Deshalb wird schon an sich vielfach ein verhältnismäfsig kleiner Apparat gewählt, an dem dann bei der Installation mit dem Bemerken, dafs doch niemals alle Flammen gleichzeitig brennen, vielfach mehr Flammen angehängt werden, als vorgesehen war. Oder es werden später ohne Wissen des Lieferanten Brenner mit viel gröfserem Verbrauch aufgeschraubt[1]).

5. Vornahme von Ausbesserungen an Apparaten oder Apparateteilen durch ungenügend instruierte Personen. Ein nicht geringer Bruchteil der vorgekommenen Acetylenexplosionen ist auf Unkenntnis derjenigen Personen zurückzuführen, die Ausbesserungen an schon gebrauchten Apparaten vornehmen wollten. Meist handelte es sich dabei um Schlosser, Klempner, Kesselschmiede u. s. w., denen jedes Verständnis für das Wesen des Acetylens fehlte. Ein grundlegender Irrtum, der von Zeit zu Zeit immer wieder bei Gelegenheit von Ausbesserungen zu Explosionen Veranlassung giebt, besteht in der irrigen Annahme, dafs man durch Durchleiten von Luft das Acetylengas nach einer gewissen Zeit aus dem Gasbehälter verdrängen und dann unbedenklich mit Licht oder Funken an demselben arbeiten könne. Wenn man jedoch in Erwägung zieht, dafs der Unterschied im specifischen Gewicht zwischen Luft und Acetylengas ein verhältnismäfsig geringer ist, und ferner bedenkt, dafs schon ein Gehalt von nur 4 bis 5 Proz. Acetylengas in der Luft ein explosibles Gemenge bedingt, wird man verstehen können, dafs selbst tagelanges Durchleiten von Luft durch einen sonst geschlossenen Behälter keine absolut sichere Gewähr für vollständige Verdrängung des Acetylens bietet. Noch verfehlter ist es natürlich, wenn — was auch schon vorgekommen ist — angenommen wird, dafs das einfache Offenlassen eines Hahnes, z. B. am Gasbehälter, über Nacht genügen könne, das darin vorhandene Acetylengas zu vertreiben. Man übertrage deshalb Ausbesserungen an Acetylenapparaten, die schon im Gebrauch waren, nur wirklich sachkundigen Persönlichkeiten. Solche werden zunächst jeden Apparateteil bei sorgfältigster Fernhaltung einer Flamme oder eines Funkes möglichst unter freiem

---

[1]) Eine ausführliche, dem Leben entnommene Schilderung der Verhältnisse, die bei derartigen Apparaten zur Explosion führen können, findet sich in der Zeitschrift „Acetylen in Wissenschaft und Industrie" 4, 269 flgde.

Himmel vollständig mit Wasser bis zum Überlaufen füllen und dadurch das Acetylengas vertreiben. Dann werden sie das Wasser wieder ablassen und zur Entfernung der letzten Reste Wasser mit dem etwa darin gelösten Acetylen eine abermalige Füllung mit Wasser vornehmen. Erst wenn dann auch dieses Wasser wieder abgelassen ist, kann unbedenklich mit Feuer an dem betreffenden Apparateteil hantiert werden. Mufste die Füllung mit Wasser im geschlossenen Raume vorgenommen werden, so ist durch dessen nachfolgende Entlüftung dafür Sorge zu tragen, dafs sich darin kein explosibles Acetylen-Luft-Gemenge mehr befindet.

6. Mangelhafte Unterweisung des Bedienungspersonals. So einfach an sich die Bedienung eines Acetylenapparates ist, so oft kann man trotzdem finden, dafs die damit betrauten Personen nicht hinreichend darüber instruiert sind. Dies gilt namentlich beim Eintreten aufsergewöhnlicher Zufälligkeiten. Die weitaus meisten Acetylenanlagen befinden sich in Restaurants und Hotels. Der Hausknecht pflegt hier die Bedienung des Apparates zu besorgen. Bei dem häufigen Wechsel dieser Angestellten kommt es oft genug vor, dafs infolge unzureichender Erläuterung, mangelnder Intelligenz oder anderer Umstände die Bedienung des Apparates von ungeeigneten Persönlichkeiten besorgt wird. Der Apparatbesitzer hat sich deshalb — wenn er nicht vorzieht, die Bedienung selbst zu besorgen — stets davon zu überzeugen, dafs der von ihm mit der Bedienung des Apparates Beauftragte die Bedienungsvorschriften genau kennt und mit ihrer Anwendung vertraut ist. Die §§ 17 und 18 der bayerischen Verordnung[1]) und §§ 16 und 17 der Normen des Deutschen Acetylenvereins[2]) suchen diesem Übelstande nach Möglichkeit vorzubeugen.

Alle bislang besprochenen Explosionsursachen beziehen sich nur auf die hauptsächlichsten Möglichkeiten, welche am Apparat oder doch im Apparatraum bezw. in dessen unmittelbarer Nähe in Frage kommen und auch oft genug eingetreten sind. Allerdings mufs dabei betont werden, dafs alle ernsthaften Explosionen an oder bei Acetylenapparaten stets nur bei kleinen Einzelanlagen vorgekommen sind. Bei Acetylenzentralen, die durchweg von sachkundigen Firmen errichtet wurden und von sachverständigen Persönlichkeiten bedient werden, ist unseres Wissens[3]) eine Acetylenexplosion niemals beobachtet worden, angesichts der Thatsache, dafs allein in Deutschland ungefähr 50 Acetylenzentralen[4]) in Städten bezw. geschlossenen Ortschaften bestehen, ein sprechender Beweis dafür, dafs thatsächlich die an kleineren Apparaten

[1]) Vergl. diese in Abschnitt V. — [2]) Vergl. S. 837. — [3]) In einem Falle soll beim Ausbessern eines Gasbehälters angeblich infolge Funkenbildung beim Hämmern eine leichte Explosion in einer Zentrale erfolgt sein. In einem anderen Falle soll ebenfalls infolge Funkenbildung in einer anderen Zentrale durch Arbeiten mit einer eisernen Schaufel am Schlammabflufskanal eine an sich ebenfalls unbedeutende Explosion entstanden sein. (Vergl. Acet. i. Wiss. u. Ind. 6, 67.) — [4]) Vergl. S. 661.

vorgekommenen Acetylenexplosionen auf Umstände der vorgeschilderten Art zurückzuführen sind.

Zu einer Acetylenanlage gehören indessen aufser dem Apparate und dem Apparathause noch das Rohrnetz, die Beleuchtungskörper und die Brenner. Sowohl Rohrnetz, wie Beleuchtungskörper und Brenner können durch Bruch, Stofs, Lockerwerden einer Hinterbewegung u. a. m. so erheblich verletzt werden, dafs gröfsere Mengen Acetylengas ausströmen, die bei Ansammlung im geschlossenen Raum zur Bildung eines explosiblen Acetylen-Luft-Gemisches führen können. Allein der ausgesprochene Geruch des unverbrannten Gases wird hier in ganz anderer Weise zum eindringlichen Warner, wie das z. B. bei dem Steinkohlengas der Fall ist, da das technisch gereinigte Acetylen schon durch den Geruch sehr deutlich wahrzunehmen ist, wenn sich in einem Raum von 100 cbm Inhalt etwa 10 Liter davon befinden, d. h. also bei Anwesenheit von 0,01 Proz., während 2,5 bis 4 Proz. erforderlich sind[1]), ehe von einem explosiblen Gemenge die Rede sein kann. Immerhin ist mit dem Leichtsinn und der Unachtsamkeit der Menschen dahin zu rechnen, dafs infolge grober Defekte in der Rohrleitung oder an Beleuchtungskörpern Acetylenexplosionen möglich sind.

Eine weitere Quelle zum Ausströmen von Acetylengas bilden offen gelassene Brenner. Es ist nicht zu verkennen, dafs in geschlossenen Räumen beim Steinkohlengas schon oft Explosionen erfolgt sind, wenn sich dieses Gas nach länger anhaltendem Ausströmen aus versehentlich offen gelassenen Brennern in hinreichender Menge ansammeln konnte und der Raum dann mit Licht betreten wurde. Als ein ganz besonderer Vorzug des Acetylens mufs der Umstand bezeichnet werden, dafs, wie oben[2]) zahlenmäfsig dargelegt wurde, infolge der äufserst feinen Brenneröffnungen selbst dann ein explosibles Acetylen-Luft-Gemisch im geschlossenen Raume nicht entstehen kann, wenn aus allen Brennern 10 Stunden lang ungehindert Acetylengas ausströmt. Es wird dann in der Regel nur zur Bildung eines Acetylen-Luft-Gemisches kommen mit etwa 0,8 bis 1 Proz. Acetylengas. Selbst bei reichlichster Ausstattung des betreffenden Raumes mit Beleuchtungskörpern wird die Menge 1,0 bis 1,2 Proz. nicht überschreiten, so dafs von Explosionsgefahr infolge Offenlassens von Brennern beim Acetylen keine Rede sein kann, auch dann schwerlich, wenn man das im Verhältnis zum Steinkohlengas hohe specifische Gewicht des Acetylens[3]) und die dadurch bedingte langsamere Mischung mit der Luft berücksichtigt, denn das Acetylen hat ja an sich beim Ausströmen aus den Brennern das Bestreben, nach oben zu steigen; eine an Acetylengas verhältnismäfsig reichere Mischung, sofern von einer solchen noch in erheblichem Grade nach 12 Stunden die Rede sein könnte, würde also nur in den oberen Teilen des Zimmers erfolgen und zu einer Entlastung der unteren Teile führen müssen. Infolgedessen birgt der Anschlufs an eine Acetylenzentrale weit weniger

[1]) Vergl. S. 146. — [2]) Vergl. S. 211. — [3]) Vergl. S. 138.

Gefahren in sich als derjenige an eine Steinkohlengasanstalt, zumal bei dem aus einer Zentrale entnommenen Acetylen alle jene Gefahrenquellen, welche mit der Selbstbereitung des Acetylengases für den eigenen Bedarf verbunden sind, vollständig in Fortfall kommen.

Carbidrückstände und ihre Verwertung.

Bei der Zersetzung des Calciumcarbides durch Wasser entsteht neben Acetylengas Calciumoxyd, bezw. Calciumoxydhydrat[1]). Aus 1 kg völlig reinem Carbid sollten theoretisch durch Zersetzung mit 0,281 Liter Wasser 0,875 kg Ätzkalk entstehen. Da in der Praxis stets Wasser im Überschufs verwandt wird, so bildet sich Calciumoxydhydrat. Hierzu sind abermals 0,281 Liter Wasser erforderlich. In Wirklichkeit wird aber nicht mit einem chemisch reinen Carbid gearbeitet. Das Handelscarbid enthält etwa 20 Proz. fremde Substanzen, von denen ein kleiner Teil ebenfalls durch Wasser unter Bildung gasförmiger Produkte, der sog. Verunreinigungen[2]), zersetzt wird, während der weitaus gröfsere Teil bei dem Calciumoxydhydrat verbleibt und mit diesem und dem im Überschufs angewandten Wasser die sog. Carbidrückstände bildet. Der Wassergehalt dieser Rückstände ist je nach der Menge des benutzten Zersetzungswassers ein verschiedener. Bei Anwendung eines reichlichen Überschusses von Wasser (Einwurfsystem), bei dem man auf 1 Teil Carbid bis zu 8 Teilen Wasser anzuwenden pflegt, wovon nur etwa $^1/_2$ Teil zur Zersetzung erforderlich ist, würde man also etwa 840 Teile Carbidrückstände mit 10 bis 11 Proz. Trockengehalt erzielen. Es gelingt leicht, durch Absetzenlassen oder durch Versickern in durchlässigen Gruben[3]) den gröfsten Teil des Wassers aus diesen Rückständen zu beseitigen. Bei Nachtrocknen an der Luft erhält man dann bald einen stichfesten Schlamm. Nachstehend mögen die Ergebnisse einiger Analysen von Carbidrückständen, die bis zum stichfesten Schlamm abgetrocknet waren, folgen:

	I Proz.	II Proz.	III Proz.	IV Proz.	V Proz.
Feuchtigkeit	44,79	45,99	68,10	—	49,52
Freier Kalk (Calciumoxyd) .	37,68	38,66	26,20	53,36	30,79
Kohlensaurer Kalk	0,96	1,43	0,98	0,72	7,33
Gips (wasserfrei)	0,41	0,39	—	—	—
Calciumsulfit	0,48	0,32	Spuren	—	—
Eisenoxyd und Thonerde . .	—	—	0,78	—	—
Sand	—	—	0,37	—	0,43
Kieselsaurer Kalk	—	—	1,23	—	—

Die Proben I und II sind von Emmerling[4]) in Kiel, Probe III ist von Orth[5]) in Berlin, Probe IV von Schulze[6]) in Breslau und Probe V von Gerlach[7]) in Posen analysiert. Leider fehlen bei

[1]) Vergl. S. 17 u. 24. — [2]) Vergl. S. 225. — [3]) Vergl. auch S. 490. — [4]) Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein 1901, Nr. 15. — [5]) und [6]) Zeitschrift der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien 1901, Heft 40. — [7]) Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung 1902, Heft 3.

Probe IV Angaben über den Wassergehalt. Aus den Proben I, II, III und IV berechnet sich ein Gehalt an Gesamtkalk (freier Ätzkalk):

Probe							
Probe	I:	38,77	Proz.	Gesamtkalk	bei 55,21	Proz.	Trockengehalt
„	II:	39,79	„	„	„ 54,01	„	„
„	III:	28,40	„	„	„ 31,90	„	„
„	IV:	34,89	„	„	„ 50,48	„	„

Im völlig trockenen Zustande würden diese Proben also an Gesamtkalk enthalten haben: 70,04 Proz., bezw. 73,67 Proz., bezw. 91,29 Proz., bezw. 69,11 Proz. Angesichts der geringen Zahl der vorliegenden Analysen dürfte es nicht statthaft sein, hieraus Mittelzahlen zu berechnen. Probe III ist offenbar einerseits aufsergewöhnlich kalkreich, andererseits noch sehr wasserreich gewesen. Nur eins geht mit ziemlicher Sicherheit aus den Analysen hervor, dafs nämlich, wie nicht anders zu erwarten, anfänglich in den Carbidrückständen fast sämtlicher Kalk in freiem Zustande vorhanden ist. Je länger er an der Luft lagert, um so mehr wird er sich natürlich in kohlensauren Kalk verwandeln. Wenn wir aus den vorhandenen Analysen und unseren persönlichen Erfahrungen — mit allem Vorbehalt — einen Schlufs über die Zusammensetzung der Carbidrückstände ziehen sollen, so geht er dahin, dafs dieselben in völlig trockenem Zustande 70 bis 80 Proz. Kalk und zwar — solange sie frisch sind — zumeist im freien Zustande zu enthalten pflegen. Ausschliefslich ihr Gehalt an Kalk bestimmt ihren Wert und die Art ihrer Verwertung.

Die vom wirtschaftlichen Standpunkte allein zu empfehlende Verwertung der Carbidrückstände besteht in ihrer Benutzung zur Mörtelbereitung. Ein besserer Kalk, als er in diesen Rückständen geboten wird, dürfte nach den Erfahrungen der Praxis dem Maurer selten zur Verfügung stehen, da man schon aus technischen Gründen gezwungen ist, nur das beste Material zur Carbidfabrikation zu benutzen. In der Praxis hat sich gezeigt, dafs der Carbidkalk ebenso gut bindet, wie irgend ein Kalkmörtel bester Beschaffenheit. Es ist auch nicht einzusehen, weshalb dies nicht der Fall sein sollte, da in den Carbidrückständen durchaus nichts enthalten ist, was irgendwie nachteilig in dieser oder irgend einer anderen Hinsicht bei der Mörtelbereitung wirken könnte. Da sie im stichfesten Zustande bei einem Gehalt von 44 bis 46 Proz. Wasser 36 bis 40 Proz. Kalk (Calciumoxyd) zu enthalten pflegen, so ist 1 cbm, enthaltend rund 380 kg Kalk, gleichwertig mit etwa 400 kg bestem Ätzkalk.

Mit den Beobachtungen in der Praxis stehen allerdings Untersuchungen, welche die Königl. mechanisch-technische Versuchsanstalt zu Charlottenburg im Sommer 1900 auf Veranlassung der Königl. Eisenbahndirektion zu Berlin angestellt hat, im direkten Widerspruch. Aus dem uns überlassenen Prüfungszeugnis über das Ergebnis dieser Untersuchungen vom 20. August 1900 sei hier folgendes mitgeteilt:

Das Versuchsmaterial, welches von der 5. Bahnmeisterei Grunewald eingesandt wurde, bestand aus einer Probe bläulich-grauem Kalkbrei

und einer Probe Bausand. Ein Liter eingefüllter Kalkteig wog 1,273 **kg**; ein Liter Bausand wog eingelaufen 1,523 kg, eingerüttelt 1,795 kg. Zur Prüfung gelangte eine Mörtelmischung, bestehend aus 1 Raumteil Kalkteig und 4 Raumteilen Bausand. Für die nach Raumteilen zu mischenden Materialien wurden als Einheitsgewichte die Raumgewichte zu Grunde gelegt und zwar für den Kalkteig das Gewicht des eingefüllten Liters und für den Sand das arithmetische Mittel aus dem Gewicht des lose eingelaufenen und des fest eingerüttelten Liters. Die auf diese Weise ermittelten Gewichte entsprachen annähernd den beim Mefsverfahren in der Praxis gewonnenen Einheitsgewichten. Demgemäfs wurden 1,273 kg Kalkteig und 1,659 kg Sand an Stelle eines Liters verarbeitet. Kalkteig und Sand wurden mit Hilfe einer Messingwalze von Hand gut durchgearbeitet, bis eine innige Mischung erzielt war.

Die Herstellung der Festigkeitsproben erfolgte am 22. Mai 1900 durch Einschlagen in eiserne Formen unter Ausübung von 150 Schlägen mit dem Hammerapparat.

Bei der Herstellung der Probekörper betrug durchschnittlich:

die Wärme der Luft . . . . . . 17,8° C.
" " des Wassers . . . . . 17,0° C.
" Luftfeuchtigkeit . . . . . . 50 Proz.

Die Probekörper erhärteten, gegen zu schnelle Verdunstung geschützt, im feuchten Raume an der Luft.

Das Ergebnis der Festigkeitsprüfungen ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

Mischungsverhältnis Kalkteig/Sand Raumtle.	Versuchs-Nr.	Zugproben (Normalform) Zerreifsungsquerschnitt = 5 qcm				Druckproben (Würfel) Gedrückte Fläche = 50 qcm				Verhältnis Zug/Druck für	
		28 Tage alt		90 Tage alt		28 Tage alt		90 Tage alt			
		Bruchlast kg	Zugfestigkeit kg/qcm	Bruchlast kg	Zugfestigkeit kg/qcm	Bruchlast kg	Druckfestigkeit kg/qcm	Bruchlast kg	Druckfestigkeit kg/qcm	28 Tage	90 Tage
		mittl. Raumgew. 3 Tage nach d. Einschlagen $r = 1{,}968$ g/ccm				mittl. Raumgew. 3 Tage nach d. Einschlagen $r = 1{,}989$ g/ccm					
1 + 4	1	—	3,9	—	3,8	380	—	480	—	—	—
	2	—	3,6	—	3,2	320	—	450	—	—	—
	3	—	3,0	—	3,5	400	—	560	—	—	—
	4	—	3,4	—	3,3	380	—	510	—	—	—
	5	—	3,1	—	3,8	350	—	500	—	—	—
	6	—	3,4	—	3,5	410	—	580	—	—	—
	7	—	2,7	—	3,4	400	—	400	—	—	—
	8	—	2,9	—	4,9	380	—	590	—	—	—
	9	—	3,1	—	4,7	420	—	450	—	—	—
	10	—	2,8	—	3,2	400	—	540	—	—	—
Mittel:			3,2		3,7	384	7,7	506	10,1	$\frac{1}{2{,}4}$	$\frac{1}{2{,}7}$

Eine Beurteilung ist seitens der mechanisch-technischen Versuchsanstalt dem Prüfungszeugnis nicht beigegeben. Da aber die Druckfestigkeit bei 28 Tage alten Proben nur 7,7 kg/qcm, bei 90 Tage alten Proben nur 10,1 kg/qcm betrug, mithin die sechsfache Sicherheit, wie sie für gewöhnliches Mauerwerk verlangt werden mufs, also 6 × 7 = 42 kg/qcm nicht vorhanden war, so wären die der untersuchten Probe entsprechenden Kalkrückstände höchstens zu ganz untergeordneten Bauten zu verwenden gewesen, wie kleinen Stallungen, Ausmauern von Wänden, Anstreichen von Grenzsteinen und sonstigen Arbeiten, bei denen eine gröfsere Bindekraft nicht erforderlich ist.

Weiteren Untersuchungen mufs es vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob bei dieser Prüfung zufällig eine schlechte Probe Carbidkalk benutzt war, da kaum anzunehmen ist, dafs die übereinstimmend aus verschiedenen mit Acetylenzentralen versehenen Ortschaften gemeldeten günstigen Erfahrungen mit der Bindekraft von Carbidkalkmörtel überall auf irrigen Beobachtungen beruhen sollten, und da ferner aus den oben dargelegten theoretischen Erwägungen auf eine hervorragende Brauchbarkeit der Kalkrückstände zur Mörtelbereitung geschlossen werden mufs. Es ist bedauerlich, dafs von der untersuchten Probe nicht auch eine chemische Analyse angefertigt wurde, da man dann leichter ein Urteil hätte gewinnen können.

Vielfach hat man versucht und empfohlen, die Kalkrückstände als Dünger zu verwerten. Es läfst sich nicht leugnen, dafs dieselben bei einigermafsen gleichmäfsiger Verteilung vorteilhaft auf den Pflanzenwuchs einwirken können; insbesondere stellen sie einen guten Wiesendünger dar. Bedingung ist aber, dafs sie nicht etwa in Klumpen zur Verwendung gelangen. Würde man sie direkt aufs Feld oder in den Garten bringen, so liefsen sie sich nicht fein genug verteilen. Sie würden in Klumpen untergebracht werden müssen und in diesem Zustande wahrscheinlich stellenweise schädlich wirken. Jedenfalls wächst an den Stellen, wo solche Klumpen liegen, Jahre hindurch keine Pflanze. Sie müssen deshalb so weit abgetrocknet sein, dafs sie, wenn auch nicht zu Pulver, so doch zu kleinen Stückchen, bis etwa höchstens zu Haselnufsgröfse, zerstofsen werden können. Erst nachdem sie so weit zerkleinert sind, dürfen sie als Dünger benutzt werden. Noch besser ist es allerdings, wenn es gelingt, sie völlig zu Staub zu zermalmen. Die Trocknung darf jedoch keine Kosten, von gelegentlichem Umschaufeln u. s. w. abgesehen, verursachen. Steht irgend eine Wärmequelle hierzu kostenfrei zur Verfügung, so empfiehlt es sich allerdings, dieselbe auszunutzen. Eine besondere künstliche Trocknung ist jedoch nicht zu empfehlen. Die dadurch entstehenden Kosten sind höher als der ganze Düngerwert der Carbidrückstände. Ihre düngende Wirkung wird um so mehr hervortreten, je leichter und sandiger der betreffende Boden ist, allein ihr Düngerwert ist doch ein nur sehr geringer und wird jeder Landwirt, wenn er sie auch umsonst erhält, bald einsehen, dafs ihre Benutzung

nur lohnt, wenn die Transportkosten niedrige sind, d. h. wenn die zu düngenden Äcker oder Wiesen in nächster Nähe der Acetylenanstalt liegen. Man kauft den Doppelzentner Düngekalk mit 90 bis 95 Proz. Kalk (Calciumoxyd) heute überall für 1 bis 2 Mk., in manchen Gegenden noch billiger. Nach dem Kalkgehalt berechnet, könnte 1 cbm Kalkrückstände deshalb mit etwa 4 bis 8 Mk. bewertet werden. In Wirklichkeit hat er aber nicht annähernd diesen Wert, da die Rückstände zunächst durch Verarbeitung und Lagerung in einen für den Erdboden brauchbaren Zustand übergeführt werden müssen, wobei zugleich die ihnen meist anhaftenden geringen Mengen Calciumsulfid [1]) durch Umwandlung in Calciumsulfat (Gips) unschädlich gemacht werden.

Zur Vorbereitung verfährt man mit diesen Rückständen zweckmäfsig folgendermafsen:

Man setzt sie in 1 m Breite und 1 m Höhe beliebig lang und oben spitz geformt auf Anwände oder Randbeete. Nachdem die Haufen vollständig angefahren sind, werden sie nach zwei bis drei Wochen sorgfältig umgestochen, wie ein Komposthaufen. Dabei ist darauf zu achten, dafs die untere Schicht sehr gut weggearbeitet wird. Nach einem gleichen Zeitraume ist das Umstechen zu wiederholen; später sind alle 1 bis 2 m in die Haufen Einschnitte von Spatenbreite bis zur Sohle anzubringen. Der Auswurf wird auf den davor liegenden Haufen festgeschlagen. Dergestalt bearbeitete Rückstände zerfallen, nachdem sie während des Winters gelegen haben und dann im Frühjahr gebreitet werden, wie Pulver. Nach dem Breiten müssen sie sehr sorgsam, wie Ätzkalk, in die Ackerkrume gebracht werden. Nur dann steht eine möglichst schnelle und ergiebige Wirkung in Aussicht.

Von den gelagerten Mengen verwendet man je nach der Bodenart 100 bis höchstens 200 dz für 1 ha. Sobald im Februar oder März Tauwetter eingetreten ist, kann die Verteilung der Rückstände vorgenommen werden. Auf der Wiese ist damit die Arbeit erledigt. Auf Ackerland sind die Rückstände gleich nach dem Breiten möglichst flach unterzupflügen. Will man aufserdem noch mit Stallmist düngen, so wartet man damit zweckmäfsig zwei bis drei Wochen nach dem Unterpflügen. Auf diese Weise werden die Rückstände nicht nur vermöge ihres Kalkgehaltes direkt günstig wirken, sie werden auch die so sehr wünschenswerte Nitrifikation des Stallmiststickstoffes beschleunigen und so eine bessere Ausnutzung desselben herbeiführen helfen. Vorteilhaft verwendet man die Rückstände zu Rüben oder Leguminosen (ausgenommen

---

[1]) Calciumsulfid an sich ist ein Pflanzengift. Die in den Rückständen enthaltenen Mengen Calciumsulfid waren bei einem von Prof. Schulz in Breslau angestellten Versuche in Vegetationsgefäfsen jedoch so gering, dafs sie nichts schadeten. Ebenso konnte Dr. Gerlach-Posen bei seinen sowohl mit Samen wie in Vegetationsgefäfsen, wie auch im freien Felde ausgeführten Versuchen keinen ungünstigen, auf Calciumsulfid zurückzuführenden Einflufs feststellen. Er hat aber mit abgelagerten Rückständen gearbeitet, wie deren hoher Gehalt an Kohlensäure zeigt.

Lupinen, für die sie schädlich wirken). Unter den Halmfrüchten wird der Hafer ihre Verwendung am besten lohnen. Wo Brache gehalten wird, empfiehlt es sich am meisten, sie zu dieser zu geben. Es ist jedoch zu beachten, dafs frische und stärkere Düngungen mit Carbidrückständen nach den Versuchen von Gerlach schädlich auf die Entwickelung einiger Pflanzen einwirken, so der Zuckerrüben und Möhren. Zu diesen Pflanzen soll man die Rückstände deshalb stets einige Monate vor der Saat geben. Auch zu Kartoffeln erscheint eine Düngung mit diesen Rückständen unmittelbar vor dem Legen nicht unbedenklich, da sie dann zur Schorfbildung Veranlassung geben könnten. Diese ungünstige Wirkung ist nur auf den Gehalt an freiem Ätzkalk zurückzuführen, da sie in gleicher Weise von letzterem unter den nämlichen Umständen ausgeübt wird. Zu Hafer und anderen Halmfrüchten, wie auch zu Senf und Buchweizen kann man die Rückstände auch unbedenklich noch unmittelbar vor der Saat geben, da diese Pflanzen gegen frische Kalkdüngung unempfindlich sind.

Gelegentlich hat man auch die Carbidrückstände zum Kalken der Obstbäume gegen Ungeziefer benutzt. Unzweifelhaft eignen sie sich dazu gerade so gut wie jede andere Kalkmilch. Man wird sie event. zu diesem Zwecke noch wieder mit Wasser zu einer gleichmäfsig dickflüssigen Kalkmilch zu vermischen haben. Möglicherweise werden sie hierbei bessere Dienste leisten als jede andere Kalkmilch, da ihnen doch noch stets Spuren des Acetylengeruches anhaften werden, von denen anzunehmen ist, dafs sie den Insekten u. s. w. unangenehm sein werden. Dasselbe gilt auch von ihrer Benutzung zur Herstellung von sogen. Bordelaiser Brühe, einem Gemenge von Kalkmilch und aufgelöstem Kupfervitriol, welches im Wein- und Obstbau, sowie bei Feldfrüchten mit Erfolg zur Bekämpfung des Ungeziefers Verwendung zu finden pflegt.

Ganz allgemein läfst sich sagen, dafs die Carbidrückstände zu allen Zwecken benutzt werden können, zu denen Kalkmilch angewandt werden kann. So z. B. werden sie ein geeignetes Mittel zur Klärung bezw. Vorklärung mancher Fabrikabwasser darstellen. Auch zur Vorklärung städtischer Spüljauche werden sie sich nach den neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete im stark verdünnten Zustande vorzüglich eignen, insbesondere in Verbindung mit der biologischen Reinigung auf Filterbetten.

Es ist deshalb schon vom rein geschäftlichen Standpunkte verkehrt, die Carbidrückstände, wie hier und da geschieht, einfach in dem verdünnten Zustande, wie sie den Apparat verlassen, einem öffentlichen Wasserlauf zuzuleiten, abgesehen davon, dafs dies auch in den meisten Fällen bedenklich ist.

Kalkmilch ist bekanntlich ein ausgesprochenes Fischgift. Schon 20 mg Kalk (Kalkhydrat) in 1 Liter Wasser rufen bei Fischen Krankheitserscheinungen hervor. Die drei- bis vierfache Menge tötet Forellen

und Schleien schon innerhalb 1/4 Stunde. Eine längere Einwirkung von 30 mg kann ebenfalls schon Fischsterben veranlassen. Dazu kommt, dafs das Wasser der Kalkrückstände Acetylen gelöst enthält, das auf Fische vermutlich ebenfalls giftig wirken wird.

Der Einflufs der in öffentliche Gewässer eingeleiteten Rückstände mufs sich mit der Zeit auf weite Strecken bemerkbar machen. Die Hauptmasse des Kalkes wird sich alsbald nach der Einleitung am Rande oder Boden des Gewässers absetzen. Nur der im Wasser gelöste Teil wird auf weitere Strecken mit fortgeführt und ganz allmählich in einfach kohlensauren Kalk umgewandelt werden, der sich dann ebenfalls in unlöslicher Form ausscheidet, und zwar teils durch den in öffentlichen Gewässern fast stets vorhandenen doppeltkohlensauren Kalk, teils durch direkte Einwirkung der Kohlensäure der Luft.

Neben der giftigen Wirkung auf die Fische wird sich also eine Verschlammung des fraglichen Wasserlaufes sehr bald bemerkbar machen, die mit der Zeit eine grofse Ausdehnung annehmen kann.

Die Carbidrückstände sind, wenn nicht nach einem wenig empfehlenswerten Tropfsystem gearbeitet wurde, stets in mehr oder weniger grofsen Mengen Wasser verteilt. Da nun das Wasser ungefähr sein gleiches Volumen Acetylen aufzunehmen imstande ist, so sind mit der Entfernung der Carbidrückstände inkl. Wasser stets Verluste an Acetylen verbunden. Beim Einwurfsystem kann man z. B. rechnen, dafs auf 1 Gewichtsteil Carbid 5 bis 10 Teile Wasser benutzt werden. In der Regel pflegt das letztere so lange gebraucht zu werden, bis etwa 1/8 seines Gewichtes an Carbid damit zersetzt ist, d. h. in 1 cbm Wasser pflegt man etwa 125 kg Carbid entsprechend 37,5 cbm Acetylen zu vergasen. Da also 1 cbm der letzteren vom Entwickelungswasser aufgelöst wird, so gehen durch dessen Ableiten 2,66 Proz. des überhaupt entwickelten Acetylens verloren. Würde man das von den ungelösten Rückständen befreite, mit Acetylengas gesättigte Wasser wieder zur Zersetzung neuer Carbidmengen benutzen können, so würde dieser Verlust bei der Neubeschickung bis zu einem gewissen Grade zu vermeiden sein. Dahingehende Versuche sind mehrfach unternommen. So schlägt Lefèvre [1]) vor, das Entwickelungswasser durch eine Rinne in ein Klärbecken zu leiten, in dem sich die festen Rückstände absetzen sollen. Das geklärte Wasser soll dann mittels einer Pumpe in einen Wasserbehälter gehoben und von hier wieder in den Entwickler geleitet werden [2]). In seinem am 4. Mai 1898 angemeldeten deutschen Reichspatent Nr. 111 388 bemängelt Alwin Schäfer in Döbeln i. S., dafs nach diesem Verfahren die atmosphärische Luft überall mit dem Entwickelungswasser in Berührung komme. Dabei finde eine Abgabe ge-

---

[1]) Carbure de calcium et acétylène 1898, 411. — [2]) Nach diesem Verfahren wird z. B. in der Zentrale Döse (vergl. S. 672) bereits seit deren Bestehen mit angeblich gutem Erfolge eine Wiederbenutzung des Entwickelungswassers bewirkt.

lösten Acetylens an die Atmosphäre statt. Nach seinem Patent soll die Scheidung des Entwickelungswassers von den ungelösten Rückständen in einem gegen die äufsere Luft fest abgeschlossenen Filter erfolgen, aus dem dann das geklärte Wasser in den Entwickler zurückgeleitet wird. Der gleiche Zweck wird mit dem englischen Patent Nr. 12120 vom 15. Mai 1897 (Charles Henderson Campbell in Philadelphia) verfolgt.

Der Wiederbenutzung des Entwickelungswassers für die Zersetzung neuer Carbidmengen stehen verschiedene Bedenken entgegen. Jedenfalls empfiehlt es sich nicht, zu diesem Zwecke kostspielige Anlagen zu schaffen, wie sie in den erwähnten beiden Patentschriften vorgesehen sind. An eine völlige Wiedergewinnung des Entwickelungswassers wird nicht zu denken sein, man wird stets frisches Wasser mitbenutzen müssen. Die oben erwähnten 2,66 Proz. vor Verlust zu bewahrenden Acetylens reduzieren sich damit schätzungsweise auf etwa höchstens 2 Proz. Nun ist aber zu beachten, dafs das Entwickelungswasser nicht nur Acetylengas in sich auflöst, sondern auch Ammoniak und Schwefelwasserstoff, soweit der letztere nicht als Schwefelcalcium wieder ausgefällt ist. Durch die Benutzung frischen Entwickelungswassers werden also Wäscher bezw. Reiniger entlastet.

Den Vorrichtungen zur Wiederbenutzung des geklärten Entwickelungswassers dürfte deshalb eine wesentliche praktische Bedeutung kaum zuzusprechen sein, wenngleich sie in einigen Acetylenzentralen mit angeblich gutem Erfolge dauernd in der Weise im Gebrauche sind, dafs das geklärte Wasser ohne weiteres wieder in die Entwickler gepumpt wird.

Die Anwendung einer geeigneten Vorrichtung zur rascheren Abtrocknung und Verwertung der Carbidrückstände wird bei gröfseren Anlagen stets zu empfehlen sein, vorausgesetzt, dafs sie ohne erhebliche Kosten hergestellt werden kann. In der Regel wird sich dies durch eine Drainierung der für die Aufnahme des Entwicklerinhalts bestimmten Grube leicht erreichen lassen, sofern es sich nicht um einen schon an sich leicht durchlässigen Boden handelt und der Zuleitung des Entwickelungswassers in den Untergrund polizeiliche oder sonstige Bedenken nicht entgegenstehen. In solchen Fällen ist allerdings eine Wiederbenutzung des Entwickelungswassers ausgeschlossen. Im anderen Falle wird die Grube wasserdicht hergestellt. Dann setzen sich darin die ungelösten Rückstände bald ab und das überstehende Wasser kann abgepumpt oder durch ein geeignetes Ventil abgelassen werden [1]).

---

[1]) Näheres über die Anordnung solcher Gruben vergl. S. 491, sowie ferner auch S. 541 bis 544.

Gesetzliche Vorschriften über die Herstellung und Verwendung von Acetylen sowie die Lagerung von Carbid.

In den meisten Staaten existieren gesetzliche Vorschriften über die Herstellung und Verwendung von Acetylen, sowie die Lagerung von Carbid. In Deutschland hat die Mehrzahl der Bundesstaaten die preufsische Verordnung mit meist nur unbedeutenden Abänderungen angenommen. Grundsätzlich verschieden von der preufsischen Verordnung ist aber die im Königreich Bayern gültige, die deshalb nachstehend neben der preufsischen wiedergegeben werden soll[1]). Im Anschlufs hieran seien dann noch einige weitere Vorschriften bezw. Vereinbarungen über Acetylengasfabriken (Zentralen) und Acetylenapparate, sowie über deren Prüfung mitgeteilt.

Preufsen.

Erlafs der Ministerien für Handel und Gewerbe und des Innern vom 2. November 1897.

Die Anlagen zur Herstellung von Acetylengas sind als chemische Fabriken im Sinne des § 16 der Gewerbeordnung anzusehen, unterliegen daher dem daselbst vorgeschriebenen Verfahren.

Bedingungen für die Errichtung von Acetylenfabriken.

1. Die Herstellung und Verdichtung von Acetylen einerseits und die Verflüssigung andererseits mufs in getrennt liegenden Gebäuden vorgenommen werden.

Sofern der zur Verdichtung des Gases angewandte Druck acht Atmosphären übersteigt, mufs diese Arbeit in einem gesonderten Raume erfolgen.

2. Die Räume, in denen Acetylen hergestellt, verdichtet oder verflüssigt wird, dürfen sich nicht unter bewohnten Räumen oder in unmittelbarer Verbindung mit solchen befinden; sie müssen hell und gut gelüftet sein und dürfen nur mittels Dampf- oder Warmwasserheizung erwärmt werden. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen.

3. Die zur Herstellung, Verdichtung und Verflüssigung dienenden Räume dürfen nur vermittelst zuverlässig abgeschlossener Aufsenbeleuchtung oder durch elektrische Glühlampen in Doppelglocken erhellt werden; Ausschalter und Sicherungen müssen aufserhalb der Räume liegen.

4. Das Carbid ist zum Schutz gegen Feuchtigkeit in wasserdicht verschlossenen Gefäfsen aufzubewahren und darf diesen nur nach Mafsgabe des jeweiligen Bedarfs entnommen werden. Die Gefäfse sind in trockenen, hellen,

[1]) Von einer Wiedergabe der in den anderen Bundesstaaten gültigen Verordnungen soll hier abgesehen werden, einerseits weil, wie erwähnt, dieselben nicht grundsätzlich verschieden sind von der in Preufsen gültigen, dann aber auch, weil zur Zeit Beratungen unter den einzelnen Bundesstaaten gepflogen werden über den Erlafs einer neuen einheitlichen Verordnung für das ganze Reich, so dafs der Erlafs einer diesbezüglichen Reichsverordnung möglicherweise schon im Laufe des Jahres 1904 erfolgen könnte.

gut gelüfteten Räumen zu lagern; Kellerräume dürfen zur Lagerung nicht benutzt werden.

5. Die Zerkleinerung des Carbids mufs mit möglichster Vermeidung von Staubentwickelung erfolgen. Die Arbeiter sind während ihrer Beschäftigung mit Respiratoren und Schutzbrillen zu versehen.

6. Acetylengasbehälter sind im Freien oder in einem von dem Gasentwickler gesonderten, gut gelüfteten Raume aufzustellen.

7. Jeder Gasbehälter ist mit einem Wassermanometer zu versehen, an welchem der in dem Behälter vorhandene Druck jederzeit ersichtlich ist.

8. Zwischen Entwickler und Gasbehälter ist zur Beseitigung etwa vorhandener Verunreinigungen (Phosphorwasserstoff, Arsenikwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak u. s. w.) ein guter Gaswascher einzuschalten.

9. Die Verdichtung des Acetylengases mit einem zehn Atmosphären übersteigenden Druck darf nur bei starker Abkühlung stattfinden.

10. Bei der Fabrikation von flüssigem Acetylen mufs der Kondensator sofort nach Beendigung der Komprimierung entlastet werden.

11. An den Maschinen, Leitungen und sonstigen Vorrichtungen dürfen die Teile, die mit dem Acetylen in Berührung kommen, nicht aus Kupfer bestehen und keine scharfen Kanten haben. Die Verwendung von Kupferlegierungen ist statthaft für Fittings und Hähne an Apparaten, in denen nicht über eine Atmosphäre Überdruck herrscht.

12. Die Abwasser dürfen nur, nachdem sie geklärt und auf das Fünffache verdünnt worden sind, öffentlichen Flufsläufen zugeführt werden.

Bedingungen für die nicht fabrikmäfsige Herstellung und die Verwendung von Acetylen.

§ 1. Wer aufser im fabrikmäfsigen Umfange Acetylen herstellen oder verwenden will, hat dies spätestens bei der ersten Inbetriebsetzung der Gasentwickelungsapparate der Ortspolizeibehörde anzuzeigen.

§ 2. Die Entwickelung und Aufbewahrung von Acetylen darf nicht in oder unter bewohnten Räumen und nicht in Kellern erfolgen. Die Räume, in denen die Gasentwickelung stattfindet, müssen durch eine Brandmauer oder einen isolierenden Luftraum von Wohnräumen getrennt sein, die Gasentwickeler dürfen nur unter leichter Bedachung aufgestellt werden.

§ 3. Die Räume müssen hell, geräumig und gut gelüftet sein, dürfen nur durch Dampf- oder Wasserheizung erwärmt und nicht mit Licht betreten werden. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen.

Die Entlüftungsrohre der Räume und der Gasentwickler dürfen nicht in Schornsteine münden, die Entlüftungsrohre der Gasentwickler sind bis über das Dach zu führen.

§ 4. Die Apparate zur Entwickelung und Aufbewahrung von Acetylengas müssen so eingerichtet sein, dafs in ihnen kein höherer als ein Überdruck von einer Atmosphäre sich bilden kann.

§ 5. An den Entwickelungsapparaten, Gasbehältern und Gasleitungen dürfen keine aus Kupfer bestehenden Teile angebracht sein.

§ 6. Calciumcarbid und andere Carbide dürfen in Mengen von mehr als 10 kg nur in wasserdicht verschlossenen Gefäfsen und in trockenen, hellen, gut gelüfteten Räumen aufbewahrt werden. Die Lagerung in Kellern ist untersagt. Die Gefäfse müssen die Aufschrift tragen: „Carbid, gefährlich, wenn nicht trocken gehalten“.

§ 7. Die zur Aufnahme flüssigen Acetylens bestimmten Flaschen müssen durch einen weifsen Anstrich und die Aufschrift „Flüssiges Acetylen, feuergefährlich!“ gekennzeichnet sein, mit Angabe der Tara und des Fassungsraumes in Litern versehen und auf 250 Atmosphären geprüft sein.

§ 8. Bei der Füllung der Flaschen darf das Verhältnis von 1 kg Acetylen auf 3 Liter Rauminhalt nicht überschritten werden.

§ 9. Die Flaschen für verdichtetes Acetylengas müssen durch die Aufschrift: „Acetylengas, feuergefährlich!" gekennzeichnet und mit der Angabe des höchsten zulässigen Druckes versehen sein. Sie müssen mit dem Doppelten des zulässigen Druckes geprüft sein.

§ 10. Die mit flüssigem oder verdichtetem Acetylengas gefüllten Flaschen sind gegen die Einwirkung von Sonnenstrahlen und Ofenwärme zu schützen.

§ 11. Flüssiges und verdichtetes Acetylen dürfen nur in Gefäfse gefüllt werden, an denen kein Teil aus Kupfer oder Kupferlegierungen besteht.

§ 12. Die Bestimmungen in den §§ 1, 2 und 3 finden keine Anwendung auf tragbare und solche Acetylengaslampen, bei denen der Brenner mit dem Entwickelungsapparat unmittelbar und fest verbunden ist.

Denjenigen, welche beim Erscheinen dieser Polizeiverordnung mit Genehmigung oder Vorwissen der Ortspolizeibehörde Acetylenentwickelungsapparate bereits in Betrieb genommen haben, kann von der Ortspolizeibehörde zur Erfüllung der Vorschriften in § 2 und im ersten Satze des § 3 eine Frist von 12 Monaten vom Tage des Inkrafttretens dieser Verordnung ab bewilligt werden.

Die vorstehenden Bestimmungen finden keine Anwendung:

a) auf fabrikmäfsig betriebene und daher nach § 16 der Gewerbeordnung besonderer Genehmigung bedürftige Anlagen zur Herstellung von Acetylen;

b) auf die staatlichen wissenschaftlichen Institute, soweit sie Acetylen zu Lehr- und Studienzwecken herstellen und verwenden.

§ 13. Zuwiderhandlungen gegen diese Verordnung werden, sofern dadurch nicht nach den bestehenden Gesetzen eine schwerere Strafe verwirkt ist, mit Geldstrafe bis zu 60 Mk. und im Falle des Unvermögens an deren Stelle mit entsprechender Haft bestraft.

§ 14. Vorstehende Polizeiverordnung tritt mit dem Tage ihrer Veröffentlichung in Kraft. Gleichzeitig wird die Polizeiverordnung vom 19. Dezember 1896 aufgehoben.

Bayern.

Verordnung, die Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung von Acetylengas, sowie die Lagerung von Carbid betreffend für das Königreich Bayern vom 22. Juni 1901.

§ 1. Wer Acetylengas für eigenen Bedarf, oder wer solches für fremden Bedarf, jedoch nicht gewerbsmäfsig, herstellen oder verwenden will, hat hiervon vor Beginn des Betriebes der Distriktsverwaltungsbehörde, in München dem Stadtmagistrate, Anzeige zu erstatten.

§ 2. Die Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung von Acetylengas, welches unter einem Überdruck von mehr als einer Atmosphäre steht, sowie von flüssigem Acetylen ist verboten.

§ 3. Die Herstellung und Aufbewahrung von Acetylengas darf nicht in oder unter bewohnten Räumen erfolgen.

§ 4. Die Räume, in welchen Acetylengas hergestellt oder aufbewahrt wird (Apparatenräume), müssen von bewohnten oder zum Aufenthalt von Menschen bestimmten Räumen entweder einen Abstand von mindestens 5 m besitzen oder durch eine mindestens 0,38 m starke Schutzmauer ohne Öffnungen getrennt sein.

§ 5. Die Apparatenräume müssen hell, geräumig, vollkommen frostfrei und ausreichend gelüftet sein; die Beheizung darf nur von aufsen erfolgen.

§ 6. Eine künstliche Beleuchtung der Apparatenräume darf nur von aufsen entweder mittels zuverlässiger Sicherheitslampen oder mittels elektrischen Glühlichtes in doppelten, durch ein Drahtnetz geschützten Birnen mit Aufsenschaltung und strenger Isolierung der Leitung erfolgen.

§ 7. Die Apparatenräume sind geschlossen zu halten, dürfen für andere Zwecke nicht verwendet und von Unbefugten nicht betreten werden. Das Betreten der Räume mit einem Zündkörper (Licht, Laterne, Lampe, brennende Cigarre u. dergl.) ist verboten.

Das Verbot ist an den Thüren der Räume deutlich sichtbar zu machen.

§ 8. Die Apparatenräume dürfen nicht überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sein und müssen nach aufsen aufschlagbare Thüren besitzen.

§ 9. Die Entlüftungsvorrichtungen der Apparatenräume und der Apparate müssen durch das Dach derart in das Freie geführt werden, dafs die abziehenden Gase und Dünste nicht in angrenzende geschlossene Räume gelangen oder die Nachbarschaft belästigen können. Das Einleiten von Entlüftungsrohren in Kamine ist verboten.

§ 10. Die Apparate zur Herstellung und Aufbewahrung von Acetylengas müssen samt ihrer Ausrüstung aus einem gegen Formveränderung und Durchrosten genügend widerstandsfähigen Materiale (Schmied-, Walz-, Gufseisen, Stahl) in fachgemäfser Weise hergestellt sein. Die Verwendung von Weichlot ist verboten.

Entwickler und Gasbehälter müssen voneinander getrennt sein. Zwischen beiden mufs eine Wasserabsperrvorrichtung eingeschaltet sein.

§ 11. Für die Herstellung von Apparaten und Gasrohrleitungen ist die Verwendung von reinem Kupfer verboten.

§ 12. Die Apparate müssen so eingerichtet sein, dafs in denselben kein höherer Druck als ein Überdruck von einer Atmosphäre und keine höhere Temperatur des Wassers im Entwickler als 100° C. entstehen kann, und müssen Sicherheitsvorrichtungen besitzen, welche das Auftreten eines höheren Überdruckes und einer höheren Temperatur ausschliefsen.

Die Apparate müssen ferner so eingerichtet sein, dafs sie entweder eine vollständige Entlüftung vor der Inbetriebsetzung gestatten oder das Entweichen des Gasluftgemisches so lange ermöglichen, als das entwickelte Gas mit entleuchteter (blauer) Flamme brennt.

§ 13. Die Leitungen müssen bis zu einem Überdruck von $^1/_2$ Atmosphäre vollkommen dicht sein und so gelegt werden, dafs sie vor äufserer Verletzung geschützt sind.

§ 14. Zur Beobachtung des Druckes mufs zwischen dem Gasapparat und der Gasrohrleitung ein genügend langes, stets mit Wasser gefülltes und durch einen Hahn abschliefsbares Wassermanometer angebracht sein.

§ 15. Die Acetylenanlagen müssen mit einer gut wirkenden Reinigungsvorrichtung versehen sein, durch welche die vorhandenen Verunreinigungen (Phosphorwasserstoff, Ammoniak u. dergl.) entfernt werden.

§ 16. Jeder Apparat mufs mit dem Namen der Apparatenbauanstalt versehen sein. Auf jedem Entwickelungsapparat mufs ein Schild befestigt sein, worauf das Jahr der Anfertigung des Apparates, die Zahl der Normalflammen (zu 10 Liter in der Stunde), für welche der Apparat gebaut ist, dann der nutzbare Inhalt des Gasbehälters in Litern angegeben sein mufs. Die Zahl der Liter des nutzbaren Inhalts des Gasbehälters mufs mindestens 25 für je eine Normalflamme betragen.

§ 17. Die Apparatenbauanstalt hat dem Käufer eine genaue Beschreibung der gelieferten Apparate und eine Anweisung über die Behandlung der Anlage auszuhändigen. In der Anweisung müssen insbesondere Verhaltungsmafsregeln hinsichtlich der Sicherheitsbeleuchtung (§ 6, 7) sowie der Verhütung des Einfrierens enthalten sein.

Je ein weiteres Exemplar dieser Anweisung ist durch den Besitzer der Anlage der Distriktsverwaltungsbehörde in Vorlage zu bringen und im Apparatenraum an einer in die Augen fallenden Stelle anzuschlagen.

§ 18. Die Überwachung und Bedienung der Anlage darf nur durch zuverlässige, mit der Einrichtung und dem Betriebe vertraute Personen erfolgen.

§ 19. Die Aufbewahrung von Calciumcarbid und anderen durch Wasser zersetzbaren Carbiden darf nur in wasserdicht verschlossenen eisernen Gefäfsen erfolgen. Die Gefäfse müssen mit der deutlich lesbaren Aufschrift versehen sein: „Carbid, gefährlich, wenn nicht trocken gehalten".

§ 20. Im Apparatenraum selbst dürfen nicht mehr als 100 kg Carbid für je 100 Normalflammen, jedoch im ganzen nicht mehr als 500 kg aufbewahrt werden. Für Anlagen unter 100 Flammen ist die Bereithaltung eines Vorrates bis zu 100 kg gestattet.

Geöffnete Gefäfse sind mit einem wasserdicht schliefsenden Deckel verdeckt zu halten. Das Öffnen von verlöteten Carbidbüchsen darf nur auf mechanischem Wege, nicht unter Anwendung von Entlötungsapparaten, geschehen.

§ 21. Die Lagerung von Vorräten an Carbiden hat in gut lüftbaren, trockenen und für sich abgeschlossenen Räumen zu erfolgen. Waren und Stoffe anderer Art dürfen in diesen Räumen nicht gelagert werden.

Eine künstliche Beleuchtung der Lagerräume darf nur von aufsen entweder mittels zuverlässiger Sicherheitslampen oder mittels elektrischen Glühlichtes in doppelten, durch ein Drahtnetz geschützten Birnen mit Aufsenschaltung und strenger Isolierung der Leitung erfolgen.

Das Betreten der Lagerräume mit einem Zündkörper (Licht, Laterne, Lampe, brennende Cigarre u. dergl.) ist verboten.

Eine allenfallsige Erwärmung der Lagerräume darf nur von aufsen und nur mittels Dampf- oder Heifswasserheizung erfolgen.

Der Eingang zum Lagerraume ist in deutlich sichtbarer Weise mit der Aufschrift zu versehen: „Carbidlager, trocken zu halten! Rauchen und Betreten mit Licht verboten!"

§ 22. Die Lagergebäude für Carbide in Mengen von mehr als 1000 kg müssen aufserdem einen Fufsboden aus unverbrennlichem Material besitzen, dessen Oberfläche mindestens 20 cm über dem natürlichen Gelände liegt. Der Fufsboden hat gegen das Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit eine Isolierschicht zu erhalten.

Bei Zusammenhang mit anderen Gebäuden sind die Lagergebäude von ersteren durch bauordnungsmäfsige Brandmauern abzuscheiden.

Die Lagerräume dürfen nicht überwölbt oder mit fester Balkendecke versehen sein. Vorhandene Thüren müssen nach aufsen aufschlagen.

§ 23. Eine vorübergehende Lagerung von Carbid im Freien ist nur auf Umschlagplätzen (Hafenplätzen, Bahnhöfen) gestattet. Die aufgelagerten Carbidgefäfse müssen allseitig gegen Nässe geschützt sein.

§ 24. Die bei der Herstellung von Acetylengas sich ergebenden ausgebrauchten Carbidrückstände müssen entweder in besondere Kalkgruben oder in Düngergruben gebracht oder auf sonstige gefahrlose Weise beseitigt werden.

§ 25. Der Vollzug vorstehender Bestimmungen steht den Distriktsverwaltungsbehörden, in München dem Stadtmagistrate, in erster, den Königl. Kreisregierungen, Kammern des Innern, in zweiter und letzter Instanz zu.

Das Königl. Staatsministerium des Innern ist ermächtigt, beim Vorliegen ganz besonderer Verhältnisse, soweit es ohne Gefährdung der öffentlichen Sicherheit geschehen kann, Dispensation von einzelnen Bestimmungen gegenwärtiger Verordnung zu erteilen.

§ 26. Den Gemeinden bleibt vorbehalten, soweit es die örtlichen Verhältnisse erfordern, weitergehende ortspolizeiliche Vorschriften zu erlassen.

§ 27. Hinsichtlich der Anlagen und Betriebe, welche für den Dienst des Königl. Hofes, der Landesverteidigung, der staatlichen Werke, Eisenbahnen und Dampfschiffe sowie der sonstigen Staatsanstalten bestimmt sind, richtet sich die Zuständigkeit nach den hierfür jeweils geltenden besonderen Vorschriften.

Die technischen Vorschriften dieser Verordnung finden übrigens auch im Falle des Absatzes I Anwendung, vorbehaltlich derjenigen Ausnahmen, welche für einzelne Anlagen seitens der einschlägigen Staatsministerien bezw. Hofstäbe nach Benehmen mit dem Königl. Staatsministerium des Innern zugelassen werden.

§ 28. Die gegenwärtige Verordnung findet keine Anwendung:

1. für wissenschaftliche Institute und Laboratorien, soweit sie Carbid und Acetylen zu Lehr- und Studienzwecken herstellen und verwenden,
2. auf Laboratoriumsversuche der Königl. Staatseisenbahnverwaltung, dann auf solche Versuche innerhalb der Apparatenbauanstalten für Acetylengas, wenn diese Versuche von technisch vorgebildeten Personen ausgeführt werden,
3. auf bewegliche Apparate bis zu 1 kg Carbid Füllung, ferner auf bewegliche Apparate, welche ausschliefslich im Freien verwendet werden, jedoch in beiden Fällen unbeschadet der Bestimmungen in § 2 und 12, Abs. I.
4. auf Carbidfabriken sowie auf Anlagen, in welchen Acetylen für fremden Bedarf gewerbsmäfsig hergestellt wird und welche daher nach § 16 der Reichsgewerbeordnung besonderer Genehmigung bedürfen.

§ 29. Gegenwärtige Verordnung tritt 30 Tage nach ihrer Veröffentlichung durch das Gesetz- und Verordnungsblatt für den ganzen Umfang des Königreichs in Wirksamkeit.

Für die erforderliche Abänderung oder Beseitigung bestehender Anlagen kann seitens der Distriktsverwaltungsbehörden auf Antrag der Beteiligten eine Frist bis zu einem Jahre gewährt werden.

Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke für Acetylengasfabriken [1].

Beschlossen in der Genossenschaftsversammlung vom 14. Juni 1901.

I. Vorschriften für Betriebsunternehmer (Arbeitgeber).

1. Die „abgeänderten" Unfallverhütungsvorschriften für Gaswerksbetriebe unter I — Vorschriften für Betriebsunternehmer — genehmigt vom Reichs-

[1]) Ursprünglich hatte die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie die Acetylengasfabriken allein in ihr Bereich gezogen und am 5. August 1897 „Unfallverhütungsvorschriften für die Herstellung, Verdichtung und Verflüssigung von Acetylen" aufgestellt. Diese Vorschriften unterschieden sich in einer Reihe wesentlicher Punkte von denjenigen der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke. Sie waren bis zum Herbst 1902 neben den letzteren in Geltung. Unter dem 16. Oktober 1902 hat jedoch das Reichs-Versicherungsamt dem Deutschen Acetylenverein auf seine Anfrage mitgeteilt, „dafs der Vorstand der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie nunmehr beschlossen hat, die Unfallverhütungsvorschriften für die gewerbsmäfsige

Versicherungsamt am 27. Dezember 1901, finden auch auf die Acetylengasfabriken[1]) sinngemäfse Anwendung.

2. Für etwaige Nebenbetriebe zur Verflüssigung von Acetylen, sowie bei Verwendung flüssigen Acetylens finden die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie Anwendung.

3. Das Carbid darf nur über Erde in besonderen Gebäuden gelagert werden, die zu keinem anderen Zwecke benutzt werden dürfen und die trocken, hell, genügend gelüftet und gegen den Zutritt von Wasser geschützt sein müssen. Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen.

Das Carbid ist zum Schutz gegen Feuchtigkeit in wasserdicht verschlossenen Gefäfsen aufzubewahren. Im Gaserzeugungsraum darf nicht mehr als der Tagesbedarf an Carbid lagern. Ein Verpackungsgefäfs darf immer erst dann geöffnet werden, wenn das vorher benutzte auf etwa ein Drittel aufgebraucht ist. Geöffnete Gefäfse sind mit einem übergreifenden, feuersicheren und wasserdichten Deckel verdeckt zu halten.

4. Die Zerkleinerung des Carbids mufs mit möglichster Vermeidung von Staubentwickelung erfolgen.

Die Arbeiter sind während ihrer Beschäftigung mit Respiratoren und Schutzbrillen zu versehen.

Personen, von denen dem Arbeitgeber bekannt ist, dafs sie herz- oder lungenkrank sind, dürfen bei diesen Arbeiten nicht beschäftigt werden.

5. Die Erzeugung von Acetylengas darf nur in besonderen Gebäuden, welche nur den eigenen Betriebszwecken dienen dürfen, stattfinden.

In diesen Gebäuden dürfen sich bewohnte Räume nicht befinden.

Als bewohnte Räume gelten solche, in welchen Menschen wohnen, öfter sich aufhalten oder verkehren.

Sämtliche Räume in dem Erzeugungsgebäude müssen genügend gelüftet und hell sein und dürfen nur mittels Dampf oder Wasser erwärmt werden.

In allen Räumen, in denen die selbstthätige Lüftung nicht ausreicht, um reine Luft zu erhalten, mufs die Lüftung durch mechanische Vorrichtungen bewirkt werden. Diese sind so einzurichten, dafs sie von aufsen gehandhabt werden können.

Die Thüren müssen nach aufsen aufschlagen.

6. Die zur Aufbewahrung von Carbid, sowie die zur Erzeugung und Aufbewahrung von Acetylengas dienenden Räume dürfen nur mittels zuverlässig gegen das Gebäude abgeschlossener Aufsenbeleuchtung erhellt werden.

Elektrische Glühlampen dürfen in Innenräumen nur dann verwendet werden, wenn sie in ihrer Anlage und Unterhaltung den vom Verbande Deutscher Elektrotechniker aufgestellten Sicherheitsvorschriften entsprechen. Schaltapparate und Sicherungen dürfen in solchen Räumen nicht angebracht werden.

Müssen in dringenden Fällen die Räume mit Licht betreten werden, so darf dies nur mit Sicherheitslampen geschehen, die stets in ordnungsmäfsigem Zustande zu halten und auf denselben zu prüfen sind[2]).

7. Bei der Herstellung von Acetylengas mufs das Wasser stets in reichlichem Überschufs vorhanden sein.

8. Die Apparate zur Entwickelung und Aufbewahrung von Acetylengas

---

Herstellung, sowie die Verdichtung und Verflüssigung von Acetylengas, mit denen der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke in Einklang zu bringen". Bis zur Inbetriebsetzung unterstehen die Acetylengasfabriken der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, dann werden sie an die Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke abgegeben. — [1]) Unter Acetylengasfabriken sind nur solche zu verstehen, welche das Acetylen käuflich abgeben. — [2]) Für Davysche Sicherheitslampen ist der Prüfungsapparat von Friemann & Wolf, Zwickau i. S., zu empfehlen.

sind mit Sicherheitsauslässen zu versehen, die sich selbstthätig öffnen, ehe der Druck der Wasserverschlüsse erreicht ist. Das aus diesen Sicherheitsauslässen entweichende Gas mufs durch Entlüftungsrohre unmittelbar ins Freie bis über das Dach des Apparatenraumes und, sofern Zugbehinderungen oder Gefährdungen der Nachbarschaft in Frage kommen können, bis über die Dächer etwaiger Nachbargebäude geführt werden.

9. In Verbindung mit dem Gasbehälter ist ein Wassermanometer anzubringen, an welchem der in dem Behälter vorhandene Druck jederzeit ersichtlich ist.

10. Die Acetylenanlagen müssen mit Reinigungsvorrichtungen versehen sein, welche Phosphorwasserstoff, Arsenwasserstoff, Schwefelwasserstoff und Ammoniak so weit beseitigen, wie nötig ist, um die Gefahren der Selbstentzündung oder die Bildung von explosiblen und gesundheitsschädlichen Verbindungen auszuschliefsen.

11. Die Ableitung des Kalkschlammes aus den Entwicklern ist durch geschlossene Leitungen derart zu bewirken, dafs ein Rücktreten von Acetylengas in die Betriebsräume ausgeschlossen ist.

12. Freistehende Gasbehälter sind in mindestens 4 m Entfernung von Grundstückgrenzen und Gebäuden zu errichten. Umbaute Behälter dürfen nur in besonderen, gut gelüfteten Gebäuden aufgestellt werden.

Zum Schutze gegen das Einfrieren der Gasbehälter ist nur Dampf- oder Wasserheizung zulässig.

II. Vorschriften für versicherte Personen (Arbeitnehmer).

1. Die „abgeänderten" Unfallverhütungsvorschriften für Gaswerksbetriebe unter II — Vorschriften für versicherte Personen (Arbeitnehmer) — genehmigt vom Reichs-Versicherungsamt am 27. Dezember 1901, finden auch auf die Acetylengasfabriken sinngemäfse Anwendung.

2. Die Räume für die Lagerung des Carbids, sowie für die Herstellung und Aufbewahrung von Acetylengas dürfen nicht mit offenem Licht, brennenden oder glimmenden Körpern, sondern in dringenden Fällen nur mit Sicherheitslampen betreten werden, die stets in ordnungsmäfsigem Zustande zu halten und auf denselben zu prüfen sind. (Siehe I Ziffer 6.)

In diesen Räumen ist das Rauchen strengstens verboten.

3. Beim Zerkleinern des Carbids ist darauf Bedacht zu nehmen, dafs die Entwickelung von Staub möglichst vermieden wird.

Die damit beschäftigten Personen sind verpflichtet, sich bei dieser Arbeit der zu ihrer Verfügung stehenden Respiratoren und Schutzbrillen zu bedienen.

Herz- oder lungenkranke Arbeiter, welche zum Zerkleinern des Carbids verwendet werden sollen, haben von ihrem Leiden ihrem Vorgesetzten Anzeige zu machen.

Bei der Herstellung von Acetylengas mufs das Wasser stets in reichlichem Überschufs vorhanden sein.

4. Die Apparate zur Entwickelung und Aufbewahrung von Acetylengas dürfen nur bei Tageslicht und niemals unter Annäherung einer offenen Flamme geöffnet werden.

Ebensowenig dürfen eingefrorene Apparate oder Teile solcher unter Zuhülfenahme offenen Feuers oder glühender Körper aufgetaut werden.

Mit Erwärmung der Apparate oder deren einzelner Teile verbundene Reparaturen dürfen erst vorgenommen werden, nachdem auch die letzten Spuren von Acetylengas durch Wasser verdrängt oder durch gründliche Lüftung entfernt worden sind.

III. Ausführungs- und Strafbestimmungen.

1. Diese Vorschriften treten in Kraft, sobald sie der Genossenschaftsvorstand zur Kenntnis der Genossenschaftsmitglieder gebracht hat.

2. In jedem Betriebe sind die Unfallverhütungsvorschriften durch Anschlag an leicht sichtbarer Stelle bekannt zu machen; aufserdem ist ein Exemplar der Vorschriften jedem Arbeiter bei seinem Eintritt zur genauen Beachtung zu übergeben.

3. Genossenschaftsmitglieder, welche den Unfallverhütungsvorschriften zuwiderhandeln oder deren Durchführung unterlassen, können mit einer Geldstrafe bis zu 1000 Mk. belegt oder mit ihren Betrieben in eine höhere Gefahrenklasse eingeschätzt oder, falls sich diese bereits in der höchsten Gefahrenklasse befinden, mit Zuschlägen bis zum doppelten Betrage ihrer Beiträge belegt werden (§ 112, Abs. 1, Ziffer 1 und § 116 des Gewerbeunfallversicherungsgesetzes vom 30. Juni 1900).

4. Zuwiderhandlungen gegen die Unfallverhütungsvorschriften seitens der versicherten Personen können mit einer gemäfs § 116 des Gewerbeunfallversicherungsgesetzes vom 30. Juni 1900 durch den Vorstand der Betriebs-(Fabrik-)krankenkasse oder, wenn eine solche für den Betrieb nicht errichtet ist, durch die Ortspolizeibehörde festzusetzenden Geldstrafe bis 6 Mk. geahndet werden. — Die Geldstrafen fliefsen in die Krankenkasse, welcher der zu ihrer Zahlung Verpflichtete zur Zeit der Zuwiderhandlung angehörte oder, wenn er keiner Krankenkasse angehörte, in die Kasse der Gemeindekrankenversicherung des Beschäftigungsortes (§ 112, Abs. 1, Ziffer 2 und § 154, Abs. I a. a. O.).

Der Vorstand der Berufsgenossenschaft
der Gas- und Wasserwerke.
Mohr.

Die vorstehenden Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke für Acetylengasfabriken werden gemäfs § 115, Abs. I des Gewerbeunfallversicherungsgesetzes vom 30. Juni 1900 genehmigt.

Berlin, den 27. Dezember 1901.

Das Reichs-Versicherungsamt.
Abteilung für Unfallversicherung.
(L. S.) Gaebel.

Vorsichtsbedingungen für die Aufstellung von Acetylengasapparaten.

(Nach Vereinbarungen des Deutschen Acetylenvereins mit dem Verbande Deutscher Privat-Feuerversicherungs-Gesellschaften.)

Aufser von der Beobachtung der polizeilichen Vorschriften ist die Gültigkeit der Versicherung noch von folgenden Bedingungen abhängig:

1. Dafs der Gasbehälter, mit einer Vorrichtung versehen ist, welche das Abströmen des sich nachentwickelnden Gases — besonders nach Einstellen des Betriebes — bewirkt, sobald der Gasbehälter nicht mehr aufnahmefähig ist. Die Acetylenanlagen müssen mit Reinigungsvorrichtungen versehen sein, welche Phosphorwasserstoff und Ammoniak so weit beseitigen, wie nötig ist, um die Gefahren der Selbstentzündung oder die Bildung von explosiven Verbindungen auszuschliefsen.

2. Dafs der Gasentwickler und der Gasbehälter keinesfalls in Scheunen oder Stallgebäuden aufgestellt werden darf, es sei denn, dafs der betreffende Raum von dem angrenzenden Raume durch eine öffnungslose Wand von unverbrennlichem Material abgetrennt ist. Die in Nr. 1 vorgesehenen Lüftungsrohre müssen ins Freie führen.

3. Dafs der Apparatenraum zur Lagerung brennbarer Gegenstände nicht benutzt, ständig gelüftet, stets verschlossen gehalten wird, dafs Unbefugten der Zutritt zu demselben nicht gestattet und dafs in demselben nicht geraucht wird.

4. Dafs die Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung von komprimiertem oder flüssigem Acetylen nicht gestattet ist. Unter komprimiertem Acetylen soll jedoch nur solches verstanden werden, welches auf mehr als eine Atmosphäre Überdruck komprimiert ist.

5. Die Acetylenanlagen müssen durch Aufstellung in frostfreien Räumen bezw. durch eine Heizanlage oder andere zweckentsprechende Vorrichtungen vor dem Einfrieren geschützt sein. Die Heizung darf nur durch Warmwasser- oder Dampfheizung geschehen. Die Feuerstätte für die Beheizung darf sich nur aufserhalb derjenigen Räume und ohne Verbindung mit denselben, in welchen Entwickler mit Zubehör oder Gasbehälter aufgestellt sind, befinden. In der einen nicht mit der Thür versehenen Wand des Apparatenhauses mufs ein dicht schliefsendes, nicht zu öffnendes Fenster angebracht sein, vor welchem eine Aufsenbeleuchtung anzubringen ist. Diese Aufsenbeleuchtung kann für gewöhnlich mit Acetylen geschehen, doch mufs daneben eine mit Petroleum oder Öl versehene Lampe oder eine Kerze in Laterne für den Notfall stets betriebsbereit zur Verfügung stehen. Innenbeleuchtung ist unter allen Umständen verboten.

6. Bei Anlagen bis zu 500 Flammen dürfen aufser der für den Gebrauch geöffneten Carbidbüchse im Apparatenraum nicht mehr als 100 kg Carbid in verschlossenen Gefäfsen gelagert werden.

Es darf ein Verpackungsgefäfs immer erst dann geöffnet werden, wenn das vorher benutzte bis auf etwa ein Drittel aufgebraucht ist. Geöffnete Gefäfse sind mit einem übergreifenden, wasserdichten Deckel von Eisenblech verdeckt zu halten. Bei Anlagen über 500 Flammen darf nur der Bedarf eines Tages im Apparatenraum aufbewahrt werden; im übrigen werden solche Anlagen hinsichtlich der Aufbewahrung von Calciumcarbid wie die Carbidläger behandelt.

7. Für Carbidläger sollen folgende Bestimmungen gelten:

Die Läger müssen helle, trockene, gut gelüftete Räume sein, die sich in sichernder Trennung oder Entfernung vom Apparatenraum und bewohnten Gebäuden befinden. In diesen Räumen dürfen leicht entzündliche Gegenstände nicht gelagert werden.

8. Die vereinbarten Vorsichtsbedingungen finden auf Acetylengasapparate unter 1 kg Füllung und auf transportable Apparate keine Anwendung. Für solche Apparate wird jedoch noch folgendes bedungen:

Als Gummischlauch, welcher zur Verbindung mit den eigentlichen Brennern dient, darf nur der eigentliche Spiralschlauch, der aufsen oder innen durch eine Drahtspirale verstärkt ist, benutzt werden. Dieser Spiralschlauch mufs sowohl mit dem Ausgangsschlauchhahn resp. dem an einer vorhandenen festen Leitung befindlichen Schlauchhahn, als auch an dem Eingang zum Brenner entweder durch Seidenschnur oder ungewundenen weichen Kupferdraht, oder noch besser durch eine ringförmige Schlauchklemme oder Schelle mit den Hähnen fest verbunden sein, um bei etwaiger Bewegung des Brennerstativs das Abfallen des Schlauches an der einen oder anderen Verbindungsstelle zu verhüten.

Fragebogen für die Prüfung von Acetylenapparaten.

Der Deutsche Acetylenverein hat sich im Jahre 1903 eingehend mit der sachverständigen Prüfung von Acetylenapparaten beschäftigt und dafür einen Fragebogen ausgearbeitet, der nachstehend in Ergänzung der oben[1]) über die Prüfung und Untersuchung von Acetylenapparaten gegebenen Darlegungen wiedergegeben wird.

1. Wieviel Carbid wird in den Apparat auf einmal eingeführt?
2. Wieviel Carbid wird auf einmal vergast?
3. Welche Einrichtung ist getroffen, um das Auftreten eines höheren Druckes als eine Atmosphäre auszuschliefsen?
4. Sind kupferne Teile am Apparat verwendet und wo?
5. Wie grofs ist der Entwickler, d. h. wie grofs ist sein Wasserfassungsraum und sein Carbidbehälterraum?
6. Aus welchem Material ist der Entwickler gefertigt?
7. Wie grofs sind die Wandstärken des Entwicklers in Millimetern?
8. Wie grofs sind die Stärken der Deckel, Böden und Mannlöcher?
9. Wie ist die Verbindungsart der Bleche (genietet, doppelt gefalzt und gelötet) oder sonstwie?
10. Welcher Art ist der Querschnitt des Entwicklers und sind besondere konstruktive Mafsregeln angewendet, um eine Formveränderung des Entwicklers und seiner Teile zu verhüten?
11. Wie wird das Acetylen gereinigt?
12. Welche Art Reinigungsmasse soll Anwendung finden?
13. Wie grofs ist der nutzbare Inhalt der Wäscher?
14. Wie grofs ist der nutzbare Inhalt der Reiniger?
15. Wie grofs ist der nutzbare Inhalt der Trockner?
16. Aus welchem Material bestehen die Wäscher?
17. Wie grofs sind die Wandstärken der Wäscher?
18. Wie grofs sind die Bodenstärken der Wäscher?
19. Aus welchem Material bestehen die Reiniger?
20. Wie grofs sind die Wandstärken der Reiniger?
21. Wie grofs sind die Bodenstärken der Reiniger?
22. Aus welchem Material bestehen die Trockner?
23. Wie grofs sind die Wandstärken der Trockner?
24. Wie grofs sind die Bodenstärken der Trockner?
25. Welchen Querschnitt haben Reiniger und Trockner und sind besondere konstruktive Mafsregeln vorhanden, um eine Formveränderung derselben zu verhüten?
26. Sind noch andere Nebenapparate vorhanden?
27. Wie grofs sind die Nebenapparate?
28. Welche Wandstärken besitzen sie?
29. Ist der Gasbehälter getrennt vom Apparat aufgestellt oder bildet er einen Teil desselben?
30. Wie grofs ist der nutzbare Inhalt des Gasbehälters?
31. Wieviel Normalflammen à 10 Liter sind bei dem Apparate vorgesehen unter Annahme einer zehnstündigen Brennzeit?
32. Wieviel Liter enthält der Gasbehälter für jede derartige Flamme?
33. Wie grofs sind die Wandstärken des äufseren Gasbehälters?

---

[1]) Vergl. S. 434 bis 458, sowie ferner Caro, Anleitung zur sicherheitstechnischen Prüfung und Begutachtung von Acetylenanlagen. Berlin 1902, S. Calvary & Co.

34. Wie grofs sind die Wandstärken des inneren Gasbehälters?
35. Wie grofs sind die Stärken von Deckel und Boden des Gasbehälters?
36. Welcher Art ist die Verbindung der Bleche am Gasbehälter (genietet, doppelt gefalzt oder sonstwie)?
37. Sind am Gasbehälter besondere Konstruktionssicherungen vorhanden?
38. Ist der Gasbehälter mit einer Abströmvorrichtung für überschüssiges Gas versehen und welcher Art ist dieselbe?
39. Wie grofs sind die Querschnitte des Gaszuführungsrohres und der Abströmvorrichtung am Gasbehälter?
40. Aus welchem Material bestehen die Rohrverbindungen und Wassertöpfe?
41. Aus welchem Material bestehen die Verschraubungen, Rohre und Ventile?
42. Wie grofs sind die Abmessungen der Rohrverbindungen und Hähne?
43. Welche Schilder befinden sich an den Apparaten?
44. Welche Feststellungen sind zur Ermittelung der Betriebssicherheit noch gemacht?

Der wichtigste und schwierigste Teil der Prüfung liegt in der vollständigen Beantwortung der Frage 44, zu welchem Zwecke der Apparat in Betrieb zu setzen ist. Dabei sind alle diejenigen Punkte besonders zu beachten, welche für die Betriebssicherheit der Apparate von Bedeutung sind; insbesondere ist zu prüfen, ob der Apparat bei normaler Belastung und auch bei gewisser Überlastung Mifsstände zeigt, die zur Gefährdung der Sicherheit Anlafs geben können. Dahin gehören z. B. Ermittelungen darüber [1]), ob im Betriebe oder bei Nachentwickelung nicht ein Ausströmen des Gases aus Wasserverschlüssen u. s. w. stattfinden kann, oder ob die Sicherheitsanlagen imstande sind, die hierbei entwickelten überschüssigen Gasmengen zu bewältigen, ob die Verwendung nicht normalen, stark staubhaltigen Carbides eine Gefährdung des Betriebes mit sich ziehen kann, event. ob durch besondere Vorschrift die Verwendung solchen Carbides ausgeschlossen werden mufs.

Bei allen Apparaten, bei denen eine übermäfsige Temperaturerhöhung während der Zersetzung des Carbides stattfinden kann, sind die Gröfse dieser Temperaturerhöhung und die dadurch hervorgerufenen Mifsstände genau zu prüfen.

Die Ermittelung der Temperaturerhöhung ist nach einem der oben [2]) angegebenen Verfahren vorzunehmen. In jedem zweifelhaften Falle empfiehlt es sich, dieselbe nicht nur auf direktem Wege durch Messung festzustellen, sondern auch durch Feststellung der Verunreinigungen des Gases, die als Folge dieser Temperaturerhöhungen gebildet werden, weil gerade die Ermittelung der Temperatur, bei welcher die Gasentwicklung stattfindet, für die Beurteilung der Betriebssicherheit besonders wichtig ist.

Zu diesem Zwecke ist es notwendig, dafs das zur Verwendung gelangende Carbid bezüglich seiner Verunreinigungen vorher genau unter-

---

[1]) Näheres über die Ausführung dieser Prüfungen vergl. S. 434 bis 458. — [2]) Vergl. S. 448.

sucht wird, oder nur ein Carbid von bekanntem Verunreinigungsgehalt zur Verwendung gelangt.

Wichtig ist ferner die Feststellung der Leistungsgrenze des Apparates. Nach Untersuchungen von Caro [1]) ist dieselbe bei Anwendung automatisch wirkender Entwickler am einfachsten und in genauester Weise dadurch zu ermitteln, dafs man den Apparat nur gering belastet, d. h. nur eine kleine Anzahl von Flammen anschliefst und das dabei erhaltene Gas untersucht [2]). Sodann steigert man in Intervallen die Anzahl der angeschlossenen Flammen und wiederholt die Untersuchung. Eine Überlastung macht sich durch mehr oder weniger weitgehende Änderung in der Zusammensetzung des Gases bemerkbar. In ähnlicher Weise werden auch die Leistungsgrenzen von Apparaten mit Handbetrieb bestimmt, da auch hier eine Überlastung mit forcierter Carbidzersetzung Hand in Hand geht, was eine wesentliche und bemerkbare Änderung der Zusammensetzung des Gases zur Folge hat.

In all den Fällen, in denen Carbid nicht durch Einwirkung eines grofsen Wasserüberschusses zur Zersetzung gelangt, ist auch die erzielte Gasausbeute festzustellen und zu diesem Zweck nur ein Carbid von bestimmtem Gasgehalt zu verwenden.

Bestimmungen des Deutschen Acetylenvereins über den Carbidhandel.

Preis.

Der Preis wird bestimmt per 100 kg Carbid und gilt, falls nichts weiteres angegeben ist, inklusive Emballage in Gefäfsen von etwa 100 kg Inhalt. Die Verpackung hat in luft- und wasserdicht verschlossenen Gefäfsen aus Eisenblech zu geschehen, von solcher Stärke, wie es die Vorschriften der Transportgesellschaften bedingen.

Preise für andere Packungen müssen besonders angegeben werden.

Qualität.

Als Handelscarbid gilt eine Ware, welche im Durchschnitt jeder Lieferung pro 1 kg mindestens 290 Liter Rohacetylen bei 15° C. und 760 mm Druck ergiebt. Als Analysenlatitude gelten 2 Proz. Ein Carbid, welches pro Kilogramm weniger als 290 Liter ergiebt, bis zu 265 Liter Rohacetylen herunter (mit der oben festgestellten Analysenlatitude von 2 Proz.) muß von dem Käufer abgenommen werden. Jedoch ist derselbe berechtigt, einen prozentualen Abzug vom Preise zu machen, sowie die bis zum Erfüllungsort erwachsenen Mehrkosten an Fracht in Abzug zu bringen. Carbid, welches unter 265 Liter Rohacetylen ergiebt, braucht nicht abgenommen zu werden. Das Carbid darf nicht in Stücken über Faustgröfse geliefert werden. Andererseits darf es nicht über 5 Proz. Staub enthalten. Unter Staub versteht man alles, was durch ein Sieb von 1 qmm lichter Maschenweite hindurchfällt.

---

[1]) Originalmitteilung. — [2]) Näheres darüber vergl. S. 240 bis 249.

Nachweis der Qualität.

Für den Nachweis der Qualität soll ein Muster aus mindestens 10 Proz. jeder Partie mafsgebend sein. Die Art der Probenahme und die Analyse bestimmt sich nach folgenden Vorschriften:

1. Die Probe ist von Vertretern beider Parteien oder durch vom Deutschen Acetylenverein ein für allemal zu bezeichnende Sachverständige zu ziehen.
2. Aus jedem Gefäfs entnehme man an zwei Stellen (aus der Mitte und von oben oder unten) je eine Probe Carbid von zusammen ungefähr 500 g Gewicht mit einer Schaufel (nicht mit der Hand) und schütte diese Probe sofort in eine oder mehrere gut verschliefsbare Büchsen, welche sorgfältig zu verlöten sind, oder in ein Glasgefäfs mit gut eingeschliffenem Stöpsel. Der Verschlufs ist durch Siegel zu sichern. Jede andere Verpackungsart für Carbidproben, wie Pappschachteln, Kisten u. dergl., ist unzulässig.
3. Die Analyse ist nach den vom Deutschen Acetylenverein vorgeschriebenen Methoden auszuführen. Liegen verschiedene nicht übereinstimmende Analysenergebnisse vor, so ist die Analyse des Deutschen Acetylenvereins einzuholen und endgültig bindend. Verhindert eine Partei das Zustandekommen der Schiedsanalyse, so ist sie damit der Analyse einer anderen Partei schlechthin unterworfen.
4. Die Kosten der Schiedsanalyse hat der unterliegende Teil zu tragen.

Nachtrag.

Metallcarbide. (Seite 1 bis 6.)

Die Acetylen liefernden Alkalicarbide des Cäsiums und Rubidiums sind von Moissan [1]) sowohl durch direkte Vereinigung der Metalle mit Kohlenstoff, als auch durch Zersetzung der entsprechenden, aus flüssigem Ammoniak und Metall erhaltenen Ammoniumverbindungen der Metalle dargestellt worden [2]).

Physikalische und chemische Eigenschaften des Calciumcarbides. (Seite 14 bis 23.)

Die Bildungstemperatur des Calciumcarbides liegt nach Rothmund [3]) bei etwa 1670°, nach Carlson [4]) bei 1200° bis 1500°, nach Borchers dagegen [5]) und Daneel [6]) bei über 2000°. Einen direkten experimentellen Beweis hat lediglich Rothmund geliefert, welcher unter anderm nachgewiesen hat, dafs die Reaktion

$$CaO + 3C \rightleftarrows CaC_2 + CO$$

eine umkehrbare ist, indem über 1600° im Sinne der Rechtsgleichung ⟶ aus Kalk und Kohle Carbid und Kohlenoxyd entsteht, unter 1600° dagegen (bei 1500°) im Sinne des Linkspfeiles ⟵, wie Frank und Caro gefunden haben [7]), aus Carbid und Kohlenoxyd Kalk und Kohle [8]) gebildet wird [9]).

Die Bildungsgleichung des Carbides aus Kalk und Kohle

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

ist nach Gin [10]) nur eine summarische. Thatsächlich soll die Reaktion so verlaufen, dafs nach der Formel

$$CaO + 2C = CaC_2 + O$$

zunächst im Kalk Sauerstoff durch Kohlenstoff substituiert wird; dieses soll im heifsesten Teile des Ofens stattfinden, in welchem Kohlenoxyd

[1]) Elektrochemische Zeitschrift 1903, Heft 3. — [2]) Seite 4, Zeile 15. — [3]) Nachrichten der Königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1901, Math.-phys. Kl., Heft 3. [4]) Ztsch. f. Elektrochemie 6, 1413. — [5]) Festrede zu Kaisers Geburtstag, Aachen 1902. — [6]) Ztsch. f. Elektrochemie 8, 349. — [7]) Vergl. S. 19. — [8]) Vergl. hierzu auch Caro, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 73. — [9]) S. 16, letzte Zeile. — [10]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 33.

als solches nicht existieren kann, sondern in seine Komponenten zerfällt; sodann treten Zwischenreaktionen auf, wobei sich Suboxyde des Kohlenstoffs bilden, und endlich, durch weitere Kohlenstoffaufnahme, erfolgt in den kälteren Teilen des Ofens die Bildung von Kohlenoxyd. Gin hat in den Abgasen des Carbidofens freien Sauerstoff nachgewiesen [1]).

Bei der Einwirkung von Halogenkohlenstoff (Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform, Bromoform u. s. w.) auf Carbid entsteht Halogencalcium und Kohlenstoff; bei der Einwirkung von Schwefelwasserstoff Schwefelcalcium neben Kohlenstoff. Mit Rhodankalium reagiert Calciumcarbid [2]) unter Bildung von Schwefelcalcium, Cyankalium und Kohle [3]).

Durch Einwirkung von Carbid auf Thonerde [4]) erhält man Aluminium resp. Aluminiumcarbid [5]).

Nach einem Verfahren der chemischen Fabrik Griesheim wird Carbid zur Reduktion von Kaliummetall aus Ätzkali verwendet [6]).

Nach einer Mitteilung von Bullier und der Soc. des carbures électr. [7]) kann Calciumcarbid zur Reduktion sulfidischer Erze benutzt werden. Die event. vorher gerösteten Erze werden mit Carbid und einem geeigneten Flufsmittel auf Hellrotglut erhitzt, wobei Metalle (z. B. Kupfer) gewonnen werden [8]).

Die reduzierende Wirkung des Carbides ist näher von Neumann [9]), von Kügelgen [10]) und Campagne [11]) untersucht worden. Die Forscher verteidigen ihre im Haupttext mitgeteilten Formeln [12]).

Bei der Einwirkung von Calciumcarbid auf Ammoniumchlorid [13]) entstehen hauptsächlich Chlorcalcium und äufserst reiner Kohlenstoff, sowie Ammoniak, Methan, Äthylen, Äthan und Stickstoff, ferner geringe Mengen Pyridin und Aminverbindungen [14]).

Herstellung des Carbides. (Seite 23 bis 25.)

Der Bildungsvorgang des Carbides aus Kalk und Kohle soll nach Gin [15]) derart stattfinden, dafs zunächst in der heifsesten Ofenzone Kalk und Kohle nach der Gleichung

$$CaO + 2C = CaC_2 + O$$

reagieren. Gin glaubt, dafs aus diesem Grunde in der Praxis angeblich mit einem Kalküberschufs gearbeitet wird. Dieses letztere ist

---

[1]) S. 18, Zeile 13; vergl. hierzu auch „Herstellung des Calciumcarbides" S. 23 bis 25 und Nachtrag S. 858. — [2]) Sandmann, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 98. — [3]) S. 19, Zeile 16. — [4]) Vergl. Tucker und Moody, Journ. soc. chem. ind. 20, 970. — [5]) S. 20, Zeile 9 von unten. — [6]) S. 20, Zeile 9 von unten. — [7]) Engl. Pat. Nr. 9046 v. 1900. — [8]) S. 21, Zeile 4. — [9]) Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 153, 161, 215; Ztsch. f. Elektrochemie 1903, 699, 781. — [10]) Ztsch. f. Elektrochemie 8, 781. — [11]) Ebendas. 8, 109. — [12]) S. 21, Zeile 27, sowie ferner S. 805. — [13]) Salvadori, Gazz. chim. ital. 32, II, 496. — [14]) S. 23, Zeile 29. — [15]) Ztsch. f. Elektrochemie 8, 397, vergl. Kap. Physik des Carbides, Nachtrag S. 856.

aber nicht zutreffend. Zwar verwendet man auf 36 Teile Kohle bedeutend mehr als 56 Teile Kalk, aber man gewinnt auch kein hundertprozentiges Carbid, sondern ein Produkt, das etwa 20 Proz. unveränderten Kalk enthält. Wenn man dazu die nicht zu vernachlässigenden Verunreinigungen der Rohstoffe und den durch die Carbiddissoziation entstehenden Kalkverlust in Rechnung zieht, so kommt man zu Werten. die mit den theoretischen sehr nahe übereinstimmen. Der Sauerstoffgehalt der aus dem Carbidofen entweichenden Gase, den Gin nachgewiesen hat, braucht auch nicht der von Gin aufgestellten hypothetischen Reaktion seinen Ursprung zu verdanken. Bei den heftigen Luftströmungen rings um die Elektrode ist ein geringer Sauerstoffgehalt des Gases sehr natürlich; derselbe könnte event. von dissoziiertem Wasser herrühren (Wasserstoff und Sauerstoff aus der Kohle). Calciummetall soll nach der Angabe von Gin [1]) aus den weniger heifsen Stellen des Ofens herrühren, was aber allen Erfahrungen widerspricht. Nur wenn flüssiges Carbid sehr hoch erhitzt wird, stöfst es Rauchwolken aus, die sich aus verbrennendem Calcium bilden, sonst aber tritt diese Erscheinung nicht ein. Gin schreibt die Entstehung des Calciums ausschliefslich der Einwirkung von Kalk auf Carbid zu:

$$2CaO + CaC_2 = 3Ca + 2CO.$$

Diese von Moissan nachgewiesene Reaktion [2]) dürfte wohl auch im Ofen stattfinden, sie kann aber auch als eine Folge der Dissoziation des Carbides aufgefafst werden; $CaC_2 = Ca + 2C$; $2CaO + 2C = 2Ca + 2CO$ [3]).

Die erste dieser Reaktionen wird dadurch bewiesen, dafs ein kohlereicherer Rest zurückbleibt, wenn Carbid längere Zeit mit dem Lichtbogen behandelt wird.

Nach Rothmund [4]) findet zunächst ein Zerfall von Kalk (CaO) in seine Bestandteile Ca und O statt, welche sodann erst mit der vorhandenen Kohle reagieren [5]).

Die Darstellung von Carbid auf nichtelektrischem Wege findet nach Borchers [6]) erst bei 2200° statt. Er stellte zunächst fest, welche Temperaturen bei der Verbrennung von Kohle in sauerstoffreicher Luft entstehen, und fand bei Luft mit

	100 Proz.	50 Proz. Sauerstoff	35 Proz.	gewöhnlichem Sauerstoffgehalt
eine Temperatur von	3100°	2200°	1800°	1260°

Erst bei Luft mit 50 Proz. Sauerstoff gelang es ihm, Carbid zu erhalten. Er giebt zwar an, dafs das Carbid schön krystallinisch war, sagt aber leider nichts über den prozentischen Gehalt desselben an Reincarbid.

---

[1]) A. a. O. — [2]) Compt. rend. 134, 136. — [3]) Vergl. Seite 24. — [4]) Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen 1901, Heft 3. — [5]) Vergl. die Reaktionen von Frank und Caro zur Herstellung von Rufs, S. 19. — [6]) Ztsch. f. Elektrochemie 8, 349.

Das Aussehen des Produktes ist aber für dessen Gehalt nicht mafsgebend, da es im hohen Grade von der Beschaffenheit und den Verunreinigungen der Rohstoffe abhängt. Anthracit z. B. giebt in der Regel unter sonst gleichen Verhältnissen mehr feinkrystallinisches Carbid als Koks. Schnell abgekühltes Carbid ist gewöhnlich feinkrystallinischer als langsam erstarrtes. Warm zerkleinertes Carbid bekommt ebenfalls ein schönes Aussehen (Metallglanz, schillernde Farbe). Grobkrystallinisches Carbid ist nicht immer hochprozentig, sondern kann mitunter ganz minderwertig sein, sowohl Kalk als Kohle können darin in grofser Menge vorhanden sein. Umgekehrt kann oft unansehnliches, feinkrystallinisches, beinahe derbes Carbid hochprozentig sein. Feinkrystallinisches Carbid entwickelt oft, aber nicht immer, mit Wasser langsamer Acetylen als grobkrystallinisches; kalkreiches grobkrystallinisches Carbid wirkt z. B. langsam auf Wasser ein. Nur nach dem Aussehen kann man also das Carbid nicht sicher beurteilen [1]).

Die Rohstoffe der Carbidfabrikation. (Seite 26 bis 27.)

Die Verwendung kieselsäurereicher Rohmaterialien ist von Rathenau [2]) ermöglicht worden. Auf Grund der alten Erfahrung, dafs das Eisenoxyd und die Kieselsäure der Verunreinigungen in den Rohstoffen als Ferrosilicium im Carbid wiedergefunden werden, das namentlich bei Abstichöfen für sich als Nebenprodukt gesammelt und besonders verkauft wird, wird bei kieselsäurereichen Rohmaterialien der Beschickung so viel Eisenerz zugesetzt, dafs Ferrosilicium mit etwa 20 bis 25 Proz. Silicium entsteht. Das erzeugte Carbid enthält dann kein Silicium.

Die elektrischen Öfen. (Seite 29 bis 40.)

Für Widerstandsöfen mit vertikaler Elektrode hat sich in den letzten Jahren eine neue Schmelzmethode eingebürgert, wodurch die genannten Öfen zu wirklichen Widerstandsöfen gemacht werden. Die obere Elektrode wird festgelegt und dient also nicht mehr zum Regulieren der Stromstärke. Das Abstichloch ist so hoch angebracht, dafs das Carbid nur bis zur unteren Fläche der Elektrode ablaufen kann, die also immer in Berührung mit dem geschmolzenen Carbid steht, wodurch Lichtbogenbildung vermieden wird. Beim Stromdurchgang steigt das Carbid immer höher an der Elektrode herauf, der Widerstand und damit die Ofenspannung sinkt, während die Stromstärke ansteigt. Sobald die letztere eine bestimmte Höhe erreicht hat, wird das Carbid abgestochen, wonach das Spiel von neuem anfängt. Die Elektrode ist immer mit Rohmaterial bedeckt. Beim Schmelzen bildet sich oberhalb des Bades ein Gewölbe von halbgeschmolzenem

---

[1]) Vergl. auch S. 61. — [2]) D. R.-P. Nr. 122226.

Carbid, welches das Rohmaterial trägt und auch ein Einfallen desselben in das flüssige Carbid verhindert. Die Temperatur der Schmelze kann also hoch genug getrieben werden. Sobald der Abstich beendigt ist und das Schmelzen wieder anfangen soll, wird das Gewölbe durchgestofsen, so dafs frische Kalkkohlemischung in die Reaktionszone herunterfällt. Der Elektrodenverbrauch ist klein, die Bedienung dagegen anstrengend. Um eine Kraftverschwendung zu vermeiden, also ökonomisch vorteilhaft arbeiten zu können, mufs die elektrische Einrichtung entsprechend angelegt und reichlich bemessen sein.

Herstellungskosten des Carbides. (Seite 42 bis 47.)

An der Hand von Betriebsresultaten aus der Praxis und auf Grund genauer Kalkulationen waren wir zu dem Ergebnis gelangt, dafs das Carbid franko deutscher Grenze unter den zu Beginn des Jahres 1902 [1]) herrschenden Verhältnissen inklusive Emballage im Durchschnitt nicht billiger als zu etwa 267,50 Mk. für 100 kg zu liefern sei, sofern dem Fabrikanten ein angemessener Unternehmergewinn bleiben solle. Inzwischen sind aber, wie weiter unten dargelegt ist [2]), die Preise ganz allgemein auf 24 bis 26 Mk. für 100 kg Carbid ab den zur Zeit bestehenden deutschen Carbidlägern, deren es etwa 60 giebt, festgesetzt worden. Es könnte den Anschein erwecken, als stände dieser Preis mit den oben gegebenen Berechnungen im Widerspruch. Thatsächlich ist das nicht der Fall, vielmehr behalten die oben gegebenen Zahlen durchaus ihre Gültigkeit, soweit sie nicht durch die nachfolgenden Darlegungen berührt werden.

Schon oben [3]) ist darauf hingewiesen, dafs durch eine Produktionssteigerung die Selbstkosten erniedrigt würden. Thatsächlich beträgt nun der deutsche Carbidverbrauch im Jahre 1903 annähernd 20 Proz. mehr als derjenige des Jahres 1902.

An den Produktionskosten wird in neuerer Zeit dadurch gespart, dafs die Preise für Elektroden um 20 bis 25 Proz., diejenigen für Emballage [4]) um etwa 30 Proz. gefallen sind. Auch die Preise für Kalk und Kohle sind etwas gesunken.

Weitere erhebliche Ersparungen sind dadurch gemacht, dafs die noch bis Anfang des Jahres 1902 bestehenden aufserordentlich hohen Vermittelungsgebühren, welche dem Carbidhändler zuflossen, infolge zielbewufster Organisation zum grofsen Teil ganz in Fortfall gekommen sind, zum Teil aber auf ein sehr beschränktes Mafs reduziert wurden.

Dafs im übrigen auch noch die Möglichkeit einer inzwischen eingetretenen Verbilligung durch eine gewisse Erhöhung der Ausbeute

[1]) Die Drucklegung der Seiten 42 bis 47 dieses Buches erfolgte bereits im Juli 1902. — [2]) Vergl. S. 861. — [3]) S. 47. — [4]) Die Eisenpreise sind inzwischen billiger geworden.

besteht, wurde schon oben angedeutet. So ist im Laufe des Jahres 1903 ganz allgemein die durchschnittliche Ausbeute etwas gestiegen, was, abgesehen von der erworbenen Erfahrung, namentlich auf die Benutzung gröfserer Öfen zurückzuführen ist. Beim Vergröfsern der Öfen wachsen nämlich die Wärmeverluste lediglich entsprechend der Zunahme des Kreisumfanges, während die zugeführte Wärmemenge wie das Quadrat desselben wächst.

Es dürfte nicht ausgeschlossen sein, dafs die Ausbeute zufolge weiterer Verbesserungen noch erhöht wird.

Carbidhandel. (Seite 124 bis 126.)

Den Bemühungen der europäischen Carbidsyndikate[1]) gelang es im Herbst 1902, ein Abkommen mit der Union Carbide Co. in Chicago zu treffen, wonach die Einfuhr amerikanischen Carbides in Deutschland unterblieb. Darauf wandten sich diejenigen deutschen Carbidhändler, welche der Geschäftsstelle vereinigter Carbidfabriken entgegenarbeiteten, an das italienische Carbidwerk in Terni und führten von diesem Werke Ende 1902 und Anfang 1903 mehrere gröfsere Carbidsendungen in Deutschland ein. Ferner traten aus dem Carbidsyndikate aus bezw. arbeiteten aufserhalb desselben die Werke in Gurtnellen (Schweiz), Paternion (Krain) und Jadvölgy (Ungarn), sowie das seit Frühjahr 1903 im Betrieb befindliche, neu erbaute Brandenburgische Carbidwerk (Norddeutschland) und neuerdings[2]) das Carbidwerk Notodden (Norwegen). Aufserdem wurde der Bau mehrerer anderer Carbidwerke mit dem ausgesprochenen Zwecke beschlossen, die Geschäftsstelle vereinigter Carbidfabriken zu bekämpfen, so in Freyung v. Wald (Süddeutschland), in Autal b. Zeltweg (Steiermark), in Sebenico (Österreich) u. a. m.

Diese Umstände haben wohl mit dazu beigetragen, dafs die Geschäftsstelle vereinigter Carbidfabriken Ende April 1903 eine Ermäfsigung der Carbidpreise um 3 bis 4 Mk. für 100 kg eintreten liefs.

Die Preise von 27 bis 28 Mk. für 100 kg Carbid nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins hatten sich während der ganzen zweiten Hälfte des Jahres 1902 und bis Ende April 1903 unverändert gehalten. Stellenweise war allerdings Carbid zu etwas billigerem Preise angeboten, was vielfach aber nur dadurch möglich wurde, dafs das Angebot nicht nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins (netto inkl. Emballage) erfolgte, vielmehr „brutto für netto“ verkauft wurde, der Preis also in Wirklichkeit nicht niedriger war. Seit Ende April 1903 hat, wie bemerkt, die Geschäftsstelle vereinigter Carbidfabriken die Carbidpreise in allen ihren deutschen Lägern, deren es zur Zeit[2]) etwa 60 giebt, ermäfsigt, und zwar kosten 100 kg Carbid nach den Normen des Deutschen Acetylenvereins je nach Lage 24 bis 26 Mk. Bemerkt sei,

[1]) Vergl. S. 124, Absatz 2. — [2]) Dezember 1903.

dafs diese Preise für die Konsumenten gelten. Bei Bezug ganzer Waggons treten geringe Preisermäfsigungen ein.

Man darf annehmen, dafs diese Preise für einige Zeit in Geltung bleiben werden.

Die Einfuhr und Ausfuhr von Carbid in das deutsche Zollgebiet betrug nach amtlichen Mitteilungen im Jahre 1902[1])

Einfuhr	11 287 Tonnen,
Ausfuhr	274 „

Im Jahre 1902 sind in Deutschland rund 3500 Tonnen Carbid hergestellt. Danach wären in Deutschland im Jahre 1902 rund 14500 Tonnen Carbid verbraucht. In Wahrheit ist der Verbrauch jedoch höher gewesen, da zu Beginn des Jahres 1902 in den deutschen Carbidlägern noch bedeutende Vorräte waren, während Ende des Jahres 1902 diese Vorräte offenkundig geringer gewesen sind. Man kann sicherlich mit einem Mindestverbrauch von 15000 Tonnen Carbid im Jahre 1902 in Deutschland rechnen. Diese Menge verteilt sich etwa folgendermafsen:

Es haben verbraucht in runden Zahlen:

die Mischgasanstalten zur Beleuchtung der Eisenbahnen[2])	6200 Tonnen
die Ortszentralen[3])	300 „
die Einzelanlagen einschl. der Fabrikzentralen . . .	8500 „
	15000 Tonnen.

Für das Jahr 1903 schätzte Dieffenbach[4]) im Oktober 1903 den gesamten Carbidverbrauch in Deutschland auf etwa 20000 Tonnen, davon 6600 für Mischgasanstalten. Seinen Berechnungen für den Verbrauch der Ortszentralen und Einzelanlagen lag eine sich allerdings nur auf einen Teil der kleineren deutschen Bundesstaaten erstreckende amtliche Statistik der Acetylenanlagen zu Grunde, die er danach für das Gebiet des ganzen Deutschen Reiches auf 19000 Einzelanlagen mit 500000 Flammen und annähernd 60 Ortszentralen mit 40000 Flammen berechnete.

Physik des Acetylens. (Seite 137 bis 156.)

Die Natur des Acetylens als schwache Säure hat Bilitzer[5]) durch elektrochemische Studien nachgewiesen[6]).

Die Bildungswärme des Acetylens hat Mixter[7]) zu — 51,4 Kal. bestimmt[8]).

---

[1]) Vergl. die gleichartige Zusammenstellung für die Jahre 1899 bis 1901 auf S. 126. — [2]) Vergl. S. 662 bis 675. — [3]) Vergl. S. 727 bis 736. — [4]) Acet. in Wiss. u. Ind. **6**, 238. — [5]) Ztsch. f. phys. Chemie **40**, 3, 535 bis 544; Monatshefte f. Chemie **23**, 199 bis 216. — [6]) S. 138, letzte Zeile. — [7]) Americ. Journ. of Science (4) **12**, 347 bis 357. — [8]) S. 139, Zeile 18.

Chemische Reaktionen des Acetylens. (Seite 165 bis 194.)

Durch Einwirkung von Jod[1]) in Gegenwart von Alkali auf Acetylenquecksilberchlorid (aus Sublimat und Acetylen) bildet sich Jodoform[2]).

Bei der Einwirkung von Acetylen auf Tetrachlorkohlenstoff erfolgt Bildung von Salzsäure und Abscheidung von Kohlenstoff; in gleicher Weise reagiert Chloroform.

Bei der Einwirkung von Schwefelkohlenstoff entsteht Schwefelwasserstoff und Kohlenstoff. Mit Rhodankalium bildet Acetylen Schwefelwasserstoff und Cyankalium neben Kohle[3]).

Eine Acetylen-Manganverbindung wird nach Macalpine[4]) erhalten, wenn man Acetylen in eine Lösung oder Aufschwemmung von Verbindungen der Alkalien oder alkalischen Erden einleitet, dem Produkt eine Mangansalzlösung hinzufügt, wieder Acetylen einleitet und die entstandene Mangan-Acetylenverbindung abfiltriert[5]).

Bei der Kondensation von Acetylen erhält man Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe, wenn man nach dem Verfahren von Ch. Shenk Bradley und Ch. Bonows Jacobs[6]) Calciumcarbid durch Schmelzen mit einem Metalloxydhydrat (Ätzkalk) zersetzt. Bei 600 bis 800° entsteht hierbei vornehmlich Benzol, bei 800 bis 1000° Naphtalin und bei 1000 bis 1200° in überwiegender Menge Anthracen[7]).

Untersuchung des Acetylens. (Seite 239 bis 244.)

Die Bestimmung der Verunreinigungen durch Verbrennung, ohne Zuhilfenahme von Sauerstoff ist unabhängig von Caro noch von G. Keppeler[8]) ausgeführt worden. Keppeler leitet die Verbrennungsgase in ein aufrecht stehendes, mit Wasserkühlmantel umgebenes und mit Resistenzglasscherben gefülltes 10-Kugelrohr; das Verbindungsstück zwischen Haube und Kühlrohr ist mit einem Ansatz versehen, aus welchem das flüssige, die Verunreinigungen enthaltende Kondensat ausfließt[9]).

Acetylenbrenner mit Luftzuführung. (Seite 390 bis 415.)

Weitere Untersuchungen haben die besondere Wirkung der Zufuhr von Primär- und Sekundärluft bei dem rußfreien Brennen von Acetylen erwiesen[10]). Versuche haben nämlich ergeben, daß Luftzumischung allein nicht imstande ist, ein leuchtkräftiges, ruß-

---

[1]) O. le Comte, Journ. de Pharm. et Chim. 1902, Nr. 7. — [2]) S. 172, Zeile 9 von unten. — [3]) Sandmann, Ztsch. f. Calc. u. Acet. 6, 97; S. 173, Zeile 6. — [4]) U. S. A. Pat. Nr. 68663. — [5]) S. 193, Zeile 3. — [6]) Acet. i. Wiss. u. Ind. 1902, 84. — [7]) S. 189, Zeile 7. — [8]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorgung 1903, 777. — [9]) S. 244, Zeile 9 von unten. — [10]) Caro, Originalmitteilung.

freies Brennen der Acetylenflamme hervorzurufen; durch außerhalb des Brenners vorgenommene Luftmischung erreicht man eine rufsfreie Verbrennung auch bei niedrigen Drucken erst dann, wenn die Ökonomie bis auf einen Verbrauch von zwei Litern pro HK gesunken ist. Um ein leuchtkräftiges und rufsfreies Brennen des Acetylens unter allen Umständen zu erzielen, ist zweierlei notwendig: einmal eine geringe Beimengung von Luft zum Gase selbst, um nicht nur die Abscheidung von Kondensaten im Innern der Flammenstrahlen an der Brennermündung zu verhindern, sondern auch einen spontanen Zerfall des Acetylens in Kohlenstoff und Wasserstoff zu bewirken, und ferner eine Zuführung von Luft zum Äufsern der Flamme an der Basis derselben, um eine sofortige Verbrennung des abgeschiedenen Kohlenstoffs zu erzielen.

Praktische Erfahrungen bestätigen diese bereits auf S. 391 ausgesprochene Ansicht. Brenner, bei denen, wie beim Bullierbrenner (Fig. 391), Luft nur beigemengt wird, brennen unter allen Druckbedingungen vollkommen rufsfrei, nur mit schlechtem photometrischen Effekte. Brenner, bei denen, wie beim Kästnerbrenner (Fig. 156 u. 157), eine Luftzufuhr nur von aufsen stattfindet (vergl. auch Brenner von v. Schwarz, Fig. 188 bis 192), brennen rufsfrei nur dann, wenn durch relativ hohen Ausströmungsdruck des Gases eine solche Luftzufuhr stattfindet, dafs ein Teil der Luft sich dem Gase beimengt.

Erheblich bessere Resultate erzielt man mit dem Billwillerbrenner (Fig. 158) und den Dolanbrennern (Fig. 168 ff.). Bei denselben findet durch Anordnung eines freien Luftraumes resp. schräge Anordnung der Luftzuführungskanäle nur eine teilweise Luftbeimischung statt, während der gröfste Teil der Luft unvermengt an die Brennermündung gelangt. Doch auch hier findet bei niedrigen resp. allzuhohen Drucken eine Verrußung statt, weil bei niedrigen Drucken die Menge der mitgerissenen Sekundär- (freien) Luft, bei allzu hohem Drucke diejenige der (beigemengten) Primärluft zu gering wird.

Ein auf die Dauer rufsfreies Brennen auch bei ganz niedrigen Drucken ist in dem neuen Braybrenner (Fig. 193 bis 195) erzielt worden, welcher unter dem Namen des Eltabrenners auf den Markt gekommen ist. Bei demselben findet die Beimischung (Primärluft) und Zuführung der Luft (Sekundärluft) durch zwei verschiedene Vorrichtungen statt, nämlich die erstere durch eine mit seitlichen, zum Gasstrahle senkrechten (nicht schrägen) Luftzuführungskanälen versehene Mischkammer, die zweite durch eine auf die Brennermündung aufgesetzte Kappe mit durchbrochenen Wänden (wie beim Kästnerbrenner). Dadurch wird erreicht, dafs der Brenner auch bei niedrigsten Drucken rufsfrei brennt; bei allzu hohen Drucken findet wohl hin und wieder eine Verrußung statt, doch tritt bei normalen Drucken eine Entrußung selbstthätig ein [1]).

---

[1]) Caro, Originalmitteilung.

Glühlichtbeleuchtung mittels Acetylen. (Seite 417 bis 432.)

Ein Glühlichtbrenner mit Specksteinkopf, eingelegten Siebplatten, breitem Mischrohr und Mischkammer von Silbermann (Berlin) ergab bei einer Dauerprüfung ausgezeichnete Resultate. Der Brenner knallte weder beim Anzünden noch beim Auslöschen und schlug nicht durch bei Verminderung des Druckes [1]).

Ausführung der Rohrnetzanlage. (Seite 630 bis 632.)

Ein abgeändertes Verfahren der Rohrverlegung, welches bei sorgfältiger und gewissenhafter Ausführung ein gutes Dichthalten der Rohrleitungen verbürgt, hat in neuester Zeit Ingenieur L. Kuchel [2]) in Hamburg angegeben. Danach wird auf das zu verlegende Rohrende eine Contremutter bis an das Ende des Gewindes geschraubt, dann in der üblichen Weise das Dichtungsmaterial mit einer Öltränkung auf das Gewinde des Rohres gelegt und hierauf das Verbindungsstück aufgedichtet. Nachdem alsdann zur Abdichtung noch ein Asbestring dazwischen gelegt ist, wird die Contremutter gegen das Verbindungsstück geschraubt. Durch diese Anordnung wird die Dichtigkeit der Leitung unterstützt und dem Rohrstrang eine gröfsere Stabilität gegeben.

Die Anwendung dieses Verfahrens erfordert keine neuen Rohrverbindungstypen, sondern wird durch die von den einschlägigen Industrien hergestellten Verbindungsstücke erreicht.

Kuchel verspricht sich von seinem Verfahren ein für lange Dauer dichtes Rohrnetz. Über die Anwendung im Dauerbetriebe liegen noch keine Daten vor; dagegen ist von Vogel [3]) festgestellt worden, dafs das nach dem Kuchelschen Verfahren verlegte, annähernd 4 km lange Rohrnetz der Zentrale in Arendsee [4]) bei der nach Fertigstellung durch denselben auf Veranlassung des Magistrates erfolgten offiziellen Abnahme dieser Zentrale nur einen Gasverlust von stündlich etwa 1 Liter auf je 1 km Rohrnetz zeigte. Ob dieses Verfahren eine so vorzügliche Abdichtung auch auf längere Zeit ermöglicht, mufs erst noch die Zukunft lehren.

Acetylenzentralen in Deutschland. (Seite 664 bis 675.)

Bei der Aufzählung der in Deutschland im Betriebe befindlichen Acetylenzentralen ist diejenige in Niendorf (Lübeck) nicht mit aufgeführt. Dieselbe ist seit dem Jahre 1899 im Betriebe und von der Firma F. A. Gerling in Altona auf eigene Kosten erbaut. Die genannte Firma leitet auch den Betrieb.

---

[1]) S. 429, Zeile 6 von unten. — [2]) Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung des Deutschen Acetylenvereins am 25. Oktober 1903; vergl. Acet. i. Wiss. u. Ind. 6, 261. — [3]) Originalmitteilung. — [4]) Vergl. S. 675.

Die Acetylenzentralen in Guttstadt[1]) und Ratzebuhr sind im Oktober 1903 in anderen Besitz übergegangen. Erstere ist an ein aus drei Personen bestehendes Konsortium in Johannisburg, letztere an eine Genossenschaft verkauft.

In der Zentrale zu Döse[2]) ist der Preis für 1 cbm Gas seit Ende des Jahres 1902 auf 1,80 Mk. herabgesetzt. Die Zahl der Anschlüsse hat sich seitdem etwas vermehrt und betrug im November 1903 rund 60.

Die Zentrale zu Arendsee[3]) ist am 20. November 1903 dem Betriebe übergeben worden. Die Länge des Rohrnetzes beträgt annähernd 4000 m.

---

[1]) Vergl. S. 664 u. 666. — [2]) Vergl. S. 672. — [3]) Vergl. S. 675.

NAMENREGISTER.

SACHREGISTER.



Druckfehlerverzeichnis.

Seite 24, Zeile 30: Statt „Bildungswärme" ist zu lesen „Bildungstemperatur".

Seite 438, Zeile 21: Statt „eine organisierte Kontrolle . . . . geschaffen" ist zu lesen „den Plan zu einer organisierten Kontrolle . . . . ausgearbeitet".

Seite 622 unter Fig. 394: Statt „Überlaufrohrverschraubungen" ist zu lesen „Überwurfrohrverschraubungen".




131880
TP 467
V75

